

Vesa Laine

SÄHKÖLAITTEIDEN KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA  
MERIKARVIAN SAHALLE

Sähkötekniikan koulutusohjelma  
2011

# SÄHKÖLAITTEIDEN KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA MERIKARVIAN SAHALLE

Laine, Vesa  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Syyskuu 2011  
Ohjaaja: Lehtio, Ari  
Sivumäärä: 51  
Liitteitä: 2

Asiasanat: Kunnossapito, suunnitelmat, sähkölaitteet, sahalaitokset

---

Tämän opinäytetyön tarkoituksena oli tehdä kunnossapitosuunnitelma Merikarvian sahan sähkölaitteistolle. Ideana oli kerätä kaikille sähkölaitteille kunnossapito-ohje, muuttaa ne mahdollisuuksien mukaan sähköiseen muotoon ja kerätä ne opinäytetyön muodossa yksiin kansiin.

Suurin osa työhön kuluneesta ajasta meni kunnossapito-ohjeiden etsimiseen. Osa ohjeista oli kirjallisessa muodossa, osa sähköisessä muodossa ja osa ohjeista kerättiin puhelinsoitoilla sekä lähettämällä sähköpostia eri yhtiöihin. Varsinainen kirjoitusprosessi ei vienyt kovin kauan.

# MAINTENANCE PLAN FOR ELECTRICAL EQUIPMENT IN MERIKARVIA SAWMILL

Laine, Vesa

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in electrical engineering

September 2011

Supervisor: Lehtio, Ari

Number of pages: 51

Appendices: 2

Keywords: Maintenance, plans, electrical devices, sawmills

---

Purpose of this thesis was to make a maintenance plan for the electrical equipment of Merikarvia sawmill. Main idea was to gather maintenance instructions for every electrical device, move the instructions to computer and compile them in to this thesis.

Most time-consuming part of this thesis was the gathering of the instructions. Part of the instructions were literary, another part were already on the computer and last part had to be gathered by calling or sending email to different companies.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Merikarvian sahan esittely .....	6
1.2	Sähkölaitteiden kunnossapito .....	7
1.3	Sähköturvallisuus.....	8
2	MUUNTAJAT.....	9
2.1	Kunnossapitotoimet muuntajille .....	9
2.1.1	ABB Puistomuuntajan lisälaitteet .....	11
3	SÄHKÖMOOTTORIT.....	11
3.1	ABB:n sähkömoottorit .....	12
3.1.1	ABB:n sähkömoottorien voitelu .....	12
3.2	SEW moottorit .....	14
3.3	VEM moottorit.....	15
3.4	Eristysvastusmittaus.....	16
4	KONDENSAATTORIYKSIKÖT .....	17
4.1	ABB CLMD-kondensaattorit.....	18
4.2	Nokian kaappimallinen automaattinen kondensaattoriparisto .....	18
5	PEHMOKÄYNNISTIMET .....	19
6	TAAJUUSMUUTTAJAT .....	19
6.1	ABB ACS-400 .....	19
6.2	ABB ACS-550 .....	19
6.3	ABB ACS-600 .....	20
6.4	ABB ACS-800 .....	22
7	UPS-AKUSTOT.....	23
7.1	GE NetPro 600–1500 VA- ja GE NetPro 2000–4000 VA-sarjat .....	23
7.2	GE Match 500-1500 VA- ja GE Match 2200-3000 VA-sarjat.....	23
7.3	APC Smart-UPS SC 620.....	24
7.4	Eaton powerware 5510 .....	24
8	SERVOT .....	24
9	METALLINILMAISIMET .....	25
10	MITTALAITTEET .....	26
10.1	Visiometric 3D.....	27
10.2	Rema 9000-tukinkääntäjä .....	27
10.3	Rema Xray-röntgenmittari .....	28
10.4	Limab LMS6045-pituusmittari .....	29
10.5	Seecon .....	29

10.6 Optigrader .....	30
10.7 Särmämittarit .....	32
10.8 Finnsan BoardMaster-GS4NT .....	32
10.9 Tamtron system Oy Scalex 6000-autovaaka .....	36
11 LÄMPÖLAITOKSEN MITTALAITTEET .....	37
12 VAISALA MITTALAITTEET .....	37
12.1 HMP 230-kosteus- ja lämpötilamittari .....	37
12.2 HMP 240-kastepisteen lämpötilamittari .....	39
13 IP 9000-LEIMAIN .....	40
14 LOGIIKAT .....	40
15 TURVAVALAISTUS .....	40
15.1 Turvavalaisuksen lainsäädäntö .....	41
15.2 Teknoware TKT65-turvavalokeskus .....	41
15.3 Käsivalaisimet.....	42
16 PALOILMOITINJÄRJESTELMÄ .....	43
16.1 Paloilmoitinjärjestelmän kunnossapitoa koskeva lainsäädäntö .....	43
16.2 Paloilmoitinjärjestelmän tarkastuksia koskeva lainsäädäntö .....	43
16.3 Autronica BS-100 dyfi- paloilmoitinjärjestelmä .....	44
17 F35-TGR-CL2-4- VALOVERHO .....	44
18 SÄHKÖTILAT.....	46
19 VALAISTUS.....	46
20 YHTEENVETO .....	47
LÄHTEET.....	49
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni tavoitteena oli tehdä sähkölaitteiden kunnossapitosuunnitelma Merikarvian sahalle. Merikarvian sahan sähkölaitteisto kuuluu luokkaan 2, josta Kauppa- ja Teollisuusministeriö on antanut asetuksen, jonka mukaan luokan 2 sähkölaitteistolle on tehtävä kunnossapitosuunnitelma (Kauppa ja teollisuusministeriö 1996, 2§ ja 11§). Merikarvian sahalaitoksessa on hyvin paljon erilaisia sähkölaitteita jotka toimivat pienjännitteellä, lukuunottamatta päämuuntajia, jotka käyttävät suurjännitettä. Näin ollen kunnossapitosuunnitelmani koskee lähinnä pienjännitteisiä laitteita

Merikarvian sahalla oli jo ennakoon olemassa jonkinlainen sähkölaitteiden kunnossapitosuunnitelma. Kyseinen suunnitelma oli kuitenkin hieman vaikeaselkoinen eikä sitä näin ollen voitu käyttää varsinaisissa kunnossapitotoimissa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli siis tehdä uusi ja käytännöllinen kunnossapitosuunnitelma, josta saataisiin selville mitä kunnossapidollisia toimenpiteitä eri laitteistoille tulisi tehdä. Tämä toteutettiin ottamalla yhteyttä jokaisen laitteen valmistajaan ja pyytämällä kunnossapito-ohjeita kyseisiin laitteisiin.

### 1.1 Merikarvian sahan esittely

Merikarvian saha rakennettiin nykyiselle paikalleen vuonna 1972 Kouhi Oy:n toimesta. Vuonna 1990 Botnia wood Ab vuokrasi sahan Kouhi Oy:n konkurssipesältä. Botnia Wood Ab osti sahan vuonna 1991 ja vuonna 1995 perustettiin Metsä Timber Ltd, johon Merikarvian saha liitettiin. Vuosina 1998-1999 tuotannossa alettiin käyttämään kuusen sijasta 100%:sti mäntyä. Vuodesta 2006 Merikarvian sahan virallinen nimi on ollut Metsäliitto Osuuskunta Puuteollisuus, Merikarvian saha. (Merikarvian sahan esittely diat, 2011.)

Vuonna 2007 Merikarvian sahan tuotanto oli 211 000 m<sup>3</sup> sahatavaraa. Sahan tuotantokapasiteetti on noin 220 000 m<sup>3</sup>. Sahatavaran lisäksi Merikarvian saha tuottaa haketta 115 000 m<sup>3</sup>, sahanpurua 52 000 m<sup>3</sup> sekä kuorta 46 000 m<sup>3</sup>. Puutavarasta vientiin menee 87% ja kotimaahan 13% ja liikevaihto on n. 47 milj.

Eur/V. Henkilöstöä sahalla on 75 henkilöä ja aliurakoitsijoita tilanteesta riippuen noin 8-10 henkeä. Tehtaan päällikkönä toimii Jarkko Vihervuori. (Merikarvian sahan esittely diat, 2011.)



Kuva 1. Merikarvian saha. (Merikarvian sahan esittely diat, 2011.)

## 1.2 Sähkölaitteiden kunnossapito

Sähkölaitteiden kunnossapito saattaa olla hyvin monimutkaista. Sen vuoksi hyvät dokumentit laitteistoista ja laitteistojen keskinäisistä riippuvuuksista, sekä ammattitaitoinen ja kokenut kunnossapidon henkilöstö ovat tärkeitä. Kun hyvä dokumentointi ja ammattimainen kunnossapitohenkilöstö yhdistetään, kunnossapito on toimivaa ja nopeaa.

Uusia sähkölaitteistoja tulee jatkuvasti joten kunnossapitohenkilöstön kouluttaminen on hyvin tärkeää. Sähkölaitteistojen kunnossapidon henkilöstön taitoja on pidettävä ajantasalla kouluttamalla heitä huoltamaan uusia laitteistoja, sekä noudattamaan jatkuvasti muuttuvia sähköalan määräyksiä.

Sähköalalla on tunnetusti hyvin paljon erilaisia määräyksiä ja lakeja. Suurin osa määräyksistä koskee sähköturvallisuutta johtuen sähköön vaarallisuudesta. Tämän vuoksi kunnossapitotoimenpiteissä turvallisuuden tulee olla aina etusijalla. Turvallisuuden huomiotta jättäminen voi pahimassa tapauksessa johtaa esimerkiksi sähköiskuun ja kuolemaan.

### 1.3 Sähköturvallisuus

Sähköturvallisuuden noudattaminen on tärkeää jotta vältettäisiin vahinkoa ympäristölle ja ihmisille. Olen poiminut tähän otteita sähköturvallisuuslaista.

Seuraavassa on ote määräyksestä koskien sähköturvallisuuden tasoa:

*”Sähkölaitteet ja laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä niin, että:*

- 1) niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa;*
- 2) niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä; sekä*
- 3) niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti.”*  
(Sähköturvallisuuslaki 410/1996, 5§)

Seuraavassa on ote määräyksestä koskien sähköalan töitä:

*”Sähkölaitteiden korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteistojen rakennus-, korjaus-, huolto- ja käyttötöitä saa tehdä seuraavilla edellytyksillä;*

- 1) töitä johtamaan nimetään luonnollinen henkilö, jolla on riittävä kelpoisuus (töiden johtaja);*
- 2) itsenäisesti töitä suorittavalla ja valvovalla luonnollisella henkilöllä on riittävä kelpoisuus tai muuten riittävä ammattitaito; sekä*
- 3) käytössä on töiden tekemisen kannalta tarpeelliset tilat ja työvälineet sekä sähköturvallisuutta koskevat säännökset ja määräykset.*

*Töiden johtajaa ei vaadita ministeriön tarkemmin määäämissä kertaluonteisissa töissä tai töissä, joista voi aiheutua vain vähäinen 5 § tarkoitettu vaara tai*



*häiriö. Ministeriö voi lisäksi määrätä, milloin töiden johtajaa ei vaadita käyttö- ja huoltotöissä.” (Sähköturvallisuuslaki 410/1996, 8§)*

Seuraavassa on otteet määräyksistä koskien sähkölaitteistojen käyttöönottoa ja käyttöä:

*”Ministeriö voi määrätä, että tietyntyyppiset sähkölaitteistot on määräajoin tarkastettava (määräaikaistarkastus). Sähkölaitteiston haltijan tulee huolehtia laitteiston määräaikaistarkastuksesta.” (Sähköturvallisuuslaki 410/1996, 20§)*

*”Ministeriö voi määrätä, että tietyntyyppiset sähkölaitteistot on huollettava määrävällein sekä säännöllistä huoltoa vaativien laitteistojen hoitoa varten on ennalta laadittava huolto- ja kunnossapito-ohjelmat.” (Sähköturvallisuuslaki 410/1996, 21§)*

## 2 MUUNTAJAT

Merikarvian sahalla on kolme 1600 VA päämuuntajaa. Kaksi vanhinta muuntajaa ovat Strömbergin KTM 24 NA 1600-tyyppisiä ja uusin muuntaja on ABB CTMU 24 HA 1600-tyyppinen. Strömbergin muuntajat sijaitsevat samassa sähkökeskuksessa sahan alakerrassa ja ABB-puistomuuntamo sijaitsee lämpölaitoksen vieressä.

Muuntajat ovat pitkäikäisiä, joten niiden huoltaminen tärkeää ja kannattavaa. Mikäli muuntajia ei huolleta on tehtaan sähkönsjakelu vaarassa. Jos muuntaja hajoaa sen korjaaminen vie aikaa ja koko tämän ajan tehtaan tuotanto on pysäyksissä.

### 2.1 Kunnossapitotoimet muuntajille

Muuntajia voidaan huoltaa vain jännitteettöminä ja sen vuoksi muuntajien huoltaminen tulisi hoitaa joko kesäseisakin aikana tai muun seisakin aikana.

ABB omistaa nykyään Strömbergin joten kaikkien Merikarvian sahan muuntajien kunnossapito-ohjeistus tuli ABB:ltä. Taulukkoon 1 on merkitty muuntajille määritetyt huoltotoimet jotka voidaan suorittaa käyttöpaikalla:

Taulukko 1. Käyttöpaikalla suoritettavat huoltotoimenpiteet. (ABB Oy Sähköposti 13.5.2011.)

Työn esivalmistelu ja jälkiselvitys	Huoltoväli	
	5V	10V
Tarkastus- ja huoltotoimenpiteet		
<input type="checkbox"/> Vuototarkastus	X	X
<input type="checkbox"/> Läpivientien ja liityntöjen tarkastus	X	X
<input type="checkbox"/> Läpivientien tiivisteiden tarkastus ja kiristys	X	X
<input type="checkbox"/> Varusteiden tarkastus(kuivaussuolan vaihto tarvittaessa)	X	X
<input type="checkbox"/> öljynäytteen otto	X	X
<input type="checkbox"/> Suojalaitteiden tarkastus(koestus)	X	X
<input type="checkbox"/> Maadoituksen tarkastus	X	X
<input type="checkbox"/> Väliottokytkimen säätö laidasta laitaan	X	X
<input type="checkbox"/> Pintakäsittelyn tarkastus	X	X
<input type="checkbox"/> Muuntajan kannen puhdistus tarpeen mukaan		X
Mittaukset ja koestus		
<input type="checkbox"/> Kaasureleen tarkastus	X	X
<input type="checkbox"/> Lämpömittarin tarkastus		X
<input type="checkbox"/> Öljynkorkeuden osoittimen toiminnan tarkistus		X
<input type="checkbox"/> Sähköisen kunnon toteaminen eristysvastusmittauksella		X

ABB myös suositteli että Strömbergin muuntajille tulisi tehdä perushuolto korjaamalla, jossa muuntajan levypaketit kiristettäisiin, aktiiviosa kuivatettaisiin kiertoilmauunissa ja muuntajaöljy tyhjiökäsiteltäisiin. Perushuolto on kallista mutta saattaa lisätä muuntajan käyttöikää jopa 20 vuodella (Lehtio 2004, 41-42).

Edellämainittujen toimien lisäksi muuntajille tulisi tehdä lämpökuvaus. Lämpökuvaus suoritetaan säännöllisesti, esim kerran vuodessa, ja muuntajan tulee olla tuolloin normaalisti kuormitettuna. Muuntajasta tulee erityisesti kuvata katkaisijan tai erottimen kosketinosat, johtoliitokset, läpivientiliitokset, kaapelipäätteet ja kahvasulakkeen kiskoliitokset. ( Lehtio 2004, 42.)

### 2.1.1 ABB Puistomuuntajan lisälaitteet

ABB CTMU 24 HA 1600-puistomuuntajalla on itse muuntajan lisäksi myös lisälaitteita, joilla on omat huolto-ohjeensa. Näitä ovat OEPS jonovarokeytkin sekä NAL-kuormanerotin.

OEPS-jonovarokeytkimen sulakeveitset saattavat kulua raskaassa käytössä, joten sulakkeet on vaihdettava ja veitset rasvattava noin 50. katkaisukerran jälkeen. (ABB Strömberg kojeet n.d, kohta 8.)

NAL-kuormanerotinta tulisi käyttää vähintään kerran vuodessa. Tällöin tehdään auki- ja kiinni-kytkentöjä, joilla varmistetaan kytkimen toiminta. Kytkimen mekaaniset osat tulisi tarkistaa noin 1000 kytkemiskerran jälkeen. NAL-kuormanerotin apukosketinjärjestelmä ja sammutuskammiot tulee tarkastaa n.125 nimellivirralla tapahtuneen kytkennän jälkeen. Mikäli kytkentä tapahtuu puolella nimellisvirralla, apukosketinjärjestelmä ja sammutuskammiot tulee tarkastaa n.500 kytkentäkerran jälkeen. Apukosketin veitsi tulee vaihtaa mikäli sen kosketuskärki on palanut enemmän kuin 3 mm, vastakosketin on palanut tai ei anna kosketusta tai sammutuskammion aukon leveys on yli 8 mm. (Suomen sähkötarvike Oy 1981, 1-2.)

## 3 SÄHKÖMOOTTORIT

Merikarvian sahalla on useita erilaisia sähkömoottoreita. Eri valmistajia ovat esimerkiksi ABB, SEW ja VEM. Moottorit sijaitsevat hyvin erilaisissa käyttöympäristöissä joista osa sijaitsee hyvin vaativissa ympäristöissä. Esimerkiksi kuivauskanavien ja –kamarien moottorit joutuvat kestäämään suuria lämpötiloja, suurta kosteutta sekä kovia ilmavirtauksia yhdistettynä toisiinsa. Ylivoimaisesti eniten joudutaan huoltamaan juuri näitä moottoreita.

Toinen tärkeä käyttöympäristöriski on puru ja purupöly. Merikarvian sahalla on paljon moottoreita joihin puru pääsee estoitta. Kuiva puru on herkästi syttyvää ja se

kerääntyy moottorien jäähdytyslamelleihin ja tuulettimiin. Mikäli moottorin kytkentäkotelossa on esimerkiksi tiiviys-ongelmia, puru tunkeutuu myös kytkentäkoteloon, mikä aiheuttaa vakavan oikosulku- ja paloriskin. Moottorit lämpenevät käytettäessä, joten jos jäähdytyslamellit tai tuulettimet ovat purun peitossa, moottorin jäähdytys häiriintyy ja seurauksena saattaa olla moottorin ylikuumentuminen ja tulipalo.

### 3.1 ABB:n sähkömoottorit

ABB:n sähkömoottorit tulee tarkistaa säännöllisin väliajoin, vähintään kerran vuodessa. Moottori täytyy pitää puhtaana ja huolehtia että jäähdytysilma pääsee vapaasti kulkemaan moottorin jäähdytyslamelleihin. Mikäli moottori on pölyisessä paikassa, tuuletin ja ritilä tulee puhdistaa säännöllisesti pölystä. Moottorista tulee seurata akselitiivisteiden kuntoa ja mikäli ne ovat kuluneet, ne tulee vaihtaa uusiin. (ABB Oy 2009, kohta 6.1.)

Muita tärkeitä tarkistuskohteita ovat kytkentäkotelon kytkennät sekä laakerit. Kytkentäkotelosta tulee tarkistaa liittimien kireys, kiinnitysruuvin kunto ja johtojen kuluneisuus. (ABB Oy 2009, kohta 6.1.)

Yleinen moottorivika on laakerien hajoaminen tai kuluminen. Laakerien kuntoa tuleekin tarkkailla kuuntelemalla laakeriääntä, mittaamalla lämpötilaa, seuraamalla poistuvaa laakerirasvaa tai tekemällä värinämittauksia laakereille. Mikäli laakeri on rikki, se tulee vaihtaa uuteen. (ABB Oy 2009, kohta 6.1.)

#### 3.1.1 ABB:n sähkömoottorien voitelu

Voitelun kannalta moottorilaakereita on kahdenlaisia; kestovoideltuja ja jälkivoideltavia. Kestovoidelluilla laakereilla varustetuissa moottoreissa ei ole lainkaan voitelunippaa, joten ne on irrotettava ja voideltava erikseen uudelleen. Kyseisille laakereille on määritelty taulukko 2 laakereiden käyttötunneista jonka jälkeen ne tulisi uudelleenvoidella tai vaihtaa:

Taulukko 2. Voiteluvälit L10-periaatteen mukaisesti. (ABB Oy 2009, kohta 6.2.1.)

Runkokokoo	Napaluku	Käyttötunteja	Käyttötunteja
		25 °C	40 °C
56-63	2-8	40000	40000
71	2	40000	40000
71	4-8	40000	40000
80-90	2	40000	40000
80-90	4-8	40000	40000
100-112	2	40000	32000
100-112	4-8	40000	40000
132	2	40000	27000
132	4-8	40000	40000
160	2	40000	36000
160	4-8	40000	40000
180	2	38000	38000
180	4-8	40000	40000
200	2	27000	27000
200	4-8	40000	40000
225	2	23000	18000
225	4-8	40000	40000
250	2	16000	13000
250	4-8	40000	39000

Jälkivoideltavissa moottoreissa on voitelunippa, josta moottorin laakerit voidaan voidella. Yleensä laakerit voidellaan koneen ollessa käynnissä. Mikäli moottorissa on voiteluaineen poistoaukossa sulkutulppa, se tulee poistaa voitelun ajaksi. Sen jälkeen täytyy varmistaa että voitelukanava on auki ja sen jälkeen puristaa voiteluaine kanavasta sisään. Tämän jälkeen moottorin annetaan pyöriä 1-2 tuntia, jolla varmistetaan että ylimääräinen voiteluaine on poistunut. Sulje lopuksi poistoaukko sulkutulpalla. (ABB Oy 2009, kohta 6.2.2.)

Jälkivoideltavien laakereiden voiteluvälit ovat merkattu liitteisiin 1 ja 2

Mikäli laakereita ei voida voidella moottorin ollessa käynnissä, ne voidaan voidella myös moottorin ollessa pysäyksissä. Tällöin avataan ensin poistoaukko, lisätään vain

puolet voiteluainemäärästä ja annetaan koneen käydä täysillä kierroksilla muutaman minuutin. Sen jälkeen moottori pysäytetään ja loppu voiteluainemäärä lisätään moottoriin. Sitten moottoria käytetään 1-2 tuntia jonka jälkeen suljetaan poistoaukot. (ABB Oy 2009, kohta 6.2.2.)

### 3.2 SEW moottorit

Merikarvian sahalla on tavallisia SEW:in oikosulkumoottoreita sekä jarrulla varustettuja moottoreita.

SEW:in oikosulkumoottorit tulee tarkistaa 10000 tunnin välein. Tarkastuksessa tarkastetaan laakerointi, akselin tiivistysrengas, moottorikaapelien kunto ja puhdistetaan ilmankulkuun liittyvät osat. (SEW Eurodrive 2011, 76.)

Mikäli moottorissa on voitelunippa, moottori tulee voidella seuraavan taulukon mukaisesti:

Taulukko 3. Sew moottorien voitelu. (SEW Eurodrive 2011, 78)

Moottorin tyyppi	Vaakasuoraan asennettu kone		Pystysuoraan asennettu kone	
	Voiteluväli	Voiteluaineen määrä	Voiteluväli	Voiteluaineen määrä
EDR.315/NS	5000 h	50 g	3000 h	70 g
EDR.315/ERF/NS	3000h	50 g	2000 h	70 g

SEW:in moottoreissa on myös moottorijarruja. Mikäli jarrua käytetään jarruttamaan työn aikaista liikettä, se tulee tarkistaa 3000 tunnin välein. Jos taas jarrua käytetään pitojarruna se tulee tarkistaa 2-4 vuoden välein.

Jarrua tarkastettaessa tulee seurata seuraavia asioita: jarrulevyn paksuus ja asento, jarrun toiminnalliset osat, hankautumisesta aiheutunut pöly sekä sähköiset liitännät ja kosketuspinnat. (SEW Eurodrive 2011, 76.)

### 3.3 VEM moottorit

VEM moottoreiden kuntotarkastuksen aikana tulee puhdistaa moottorin tuuletusaukot, lamellien välit sekä moottorin sisäpuoli. Moottorin sisälle muodostuu pölyä joka aiheutuu normaalista kulumisesta. Sen lisäksi moottorien laakerit tulee vaihtaa tai uudelleen rasvata. Mikäli laakerit ovat suljettuja laakereita, eli moottorissa ei ole rasvausnippaa, ne tulee vaihtaa. Vaihtoväli määräytyy napaluvun mukaan. Jos moottori on 2-napainen vaihtoväli on 10000 tuntia, jos taas 4- tai useampinapainen, väli on 20000 tuntia. (VEM motors GmbH 2001, 42-43.)

Uudelleenvoideltavien laakerien voitelu määräytyy taulukon 4 mukaan:

Taulukko 4. Voiteluvälit. (VEM motors GmbH 2001, 43)

Moottorin koko	Kaksinapainen moottori	Neli- tai useampinapainen moottori
112 - 280	2.000 h	4.000 h
315	2.000 h	4.000 h
355	2.000 h	3.000 h

Voiteluun tulee käyttää taulukon 5 voiteluaineita:

Taulukko 5. Voitelurasvat. (VEM motors GmbH 2001, 42)

Rakennussarja	Voitelurasva DIN 51825 mukaan	Voitelurasvan pohja
Kaikki oikosulkuasynkroni- moottorit IEC/DIN 56 - 132 T Transnorm 56 - 100	Asonic GLY 32 / Multemp SRL	litium
Oikosuljetut moottorit IEC/DIN 132 - 355 ja Transnorm 112 - 315	KE2R-40	polykarbamiidi
Moottorit, joissa on ulkopuolinen tuuletus		
Jarrumoottorit		
Liukurengasmoottorilla varustetut moottorit IEC/DIN ja Transnorm		
Laivamoottorit	K2N-30	

Vaihtoehtoisesti voiteluun voidaan käyttää vain valmistajan nimeämiä vaihtoehtoisia voiteluaineita. Taulukkoon 6 on merkitty voitelussa käytettävät rasvamäärät:

Taulukko 6. Jälkivoiteltujen moottorien rasvamäärät. (VEM motors GmbH 2001, 43)

Sarja Transnorm Koko	Pituus Napaluku	Rasvamäärä cm <sup>3</sup>	
		D-puoli	N-puoli
112	kaikki	10	10
132	kaikki	17	17
160	kaikki	23	20
180	2	23	23
	≥ 4	31	31
200	2	31	31
	≥ 4	35	31
225	2	35	35
	≥ 4	41	35
250	2	41	41
	≥ 4	52	41
280	2	52	52
	≥ 4	57	52
315 VL	S2	57	52
	M2	57	57
	S4, 6, 8	64	52
	M4, 6, 8	78	57
355	2	57	57
	4	90	57
	6,8	90	57

Sarja IEC/DIN Koko	Pituus Napaluku	Rasvamäärä cm <sup>3</sup>	
		D-puoli	N-puoli
160	LX2, M2	23	20
	L4, 6, 8	23	20
180	M2	23	23
	M4, L6, 8	23	20
	L4	23	23
200	L2	-	-
	LX2	31	31
	L4, 6, 8LX 6	31	23
225	M2	31	31
	M4, 6, 8S4, 8	35	31
250	M2	35	35
	M4, 6, 8	41	35
280	2	41	41
	≥ 4	52	41
315	2	52	52
	≥ 4	57	52
	MX2 VL	57	52
	MY2 VL	57	57
	MX4, 6, 8 VL	64	52
	MY4, 6, 8 VL	78	57

Ensimmäisellä jälkivoitelukerralla on otettava huomioon, että rasvaa on käytettävä noin kaksinkertainen määrä, koska voiteluputket ovat vielä silloin tyhjä. Käytetty rasva kerääntyy laakerin rasvakammioon, josta se on poistettava esimerkiksi kuntotarkastuksen yhteydessä. (VEM motors GmbH 2001, 42-43.)

### 3.4 Eristysvastusmittaus

Sähkömoottorien käämitysten eristyksen kunto voidaan tarkistaa eristysvastusmittauksella. Eristysvastusmittaus voidaan tehdä moottorin huollon yhteydessä tai kun epäillään, että moottorin käämieristyksessä on jotain vikaa. Eristysvastusmittaus olisi hyvä tehdä heti uudelle moottorille, jotta saataisiin referenssiarvot jälkeenpäin tehtäville mittauksille.

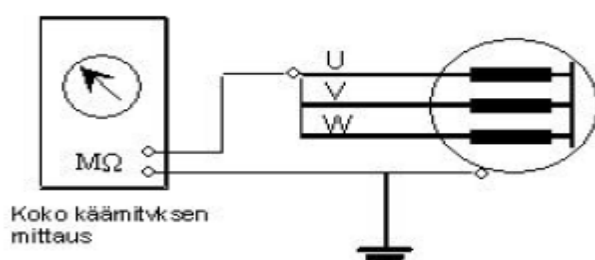
Uuden ja puhtaan moottorikäämityksen eristysresistanssi on yleensä 200MΩ...20000MΩ. Vanhan moottorin eristysresistanssi on yleensä kymmenistä MΩ:sta satoihin MΩ:hin. Turvallisen käynnistettävyyden eristysvastusarvoksi suositellaan seuraavan kaavan mukaista eristysresistanssiarvoa:

$$R_e > 1 \text{ M}\Omega + U_n/kV \times \text{M}\Omega$$

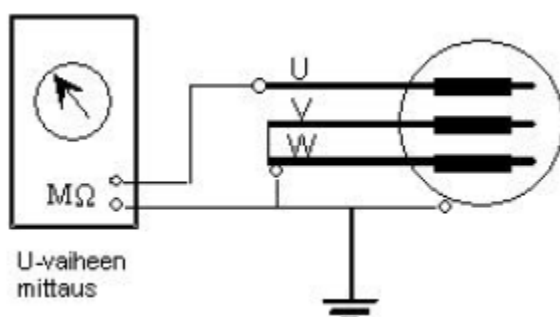


Em. kaavassa  $R_e$  on eristysresistanssi ja  $U_n/kV$  on moottorin nimellisjännite kilovoltteina. Mittauksen arvo kirjataan ylös 60 sekuntia mittausjännitteen kytkemisen jälkeen. Koska Meriakarvian sahalla kaikki moottorit ovat nimellisjännitteeltään alle 1000 Volttia, mittausjännitteenä käytetään 500...1000 Volttia tasajännitettä. (PSK 7704 2000, 1-2.)

Mittausta tehdessä kone tulee irrottaa verkosta, jotta verkon resistanssi ei häiritse mittausta. Mittaus voidaan tehdä mittaamalla kaikki vaihekäämit yhtä aikaa ja vaihekäämi kerrallaan. Seuraavat kuvat 2 ja 3 havainnollistavat mittauskytkentää.



Kuva 2. Kaikkien vaiheiden eristysvastusmittaus samaan aikaan. (PSK 7704 2000, 1.)



Kuva 3. Eristysvastusmittaus vaihe kerrallaan. (PSK 7704 2000, 2.)

#### 4 KONDENSAATTORIYKSIKÖT

Meriakarvian sahalla on useita eri kondensaattoriyksiköitä, joita käytetään kompensoinnissa. Kanava- ja kamarikuivaamossa käytetään pääasiassa ABB:n CLMD tyyppisiä kondensaattoreita, kun taas muualla tehdaslaueella käytetään pääasiassa Nokian kaappikondensaattoreita.

#### 4.1 ABB CLMD-kondensaattorit

CLMD-kondensaattorien vuosittaiseen huoltoon kuuluu kondensaattorin puhdistaminen, sähköliitännöiden kireyden tarkistus sekä purkausvastusten kunnon tarkastaminen. Ennen huollon aloittamista tulee muistaa, että kun kondensaattorin virta katkaistaan, tulee odottaa 5 minuuttia ennen kuin kondensaattoreita voidaan käsitellä. Tämän jälkeen kondensaattorin navat tulee vielä oikosulkea, jolla varmistetaan että kondensaattori on varmasti purkautunut. (ABB Oy n.d, 2-3)

#### 4.2 Nokian kaappimallinen automaattinen kondensaattoriparisto

Nokian kaappimalliset kondensaattorit tulee huoltaa vuosittain. Huoltoon kuuluu tarkistuksia sekä varsinaisia vuosittaisia toimenpiteitä. Kondensaattoreista tulee tarkistaa johdinliitokset, sulakkeet, säätimen toiminta, kontaktorien toiminta, varoituskilvet ja muut merkinnät, sulakkeiden vaihtokahva, kondensaattorin mekaaninen kunto, kosketussuojat, kondensaattorien purkausvastukset sekä jännitteisten osien ilmavälit. (Nokian kondensaattorit Oy 1990, 23-24)

Vuosittain suoritettaviin toimenpiteisiin kuuluu kondensaattorien kapasitanssien mittaukset, tuuletusaukkojen verkkojen puhdistaminen, eristimien puhdistaminen sekä tarvittaessa pariston imurointi. Ennen toimenpiteiden suorittamista on kaapista katkaistava virta ja odotettava sen jälkeen 1 minuutti ennen kuin kondensaattoreita voidaan käsitellä. Tämän jälkeen kondensaattorien kaikki navat tulisi oikosulkea kondensaattorien purkautumisen varmistamiseksi. (Nokian kondensaattorit Oy 1990, 23-24)

Kondensaattorin kapasitanssin mittaus voidaan myös suorittaa mittaamalla jokaisen kondensaattorin ottama virta ja vertaamalla sitä kondensaattorin nimellisvirtaan. Kondensaattorin eristeet voidaan puhdistaa käyttämällä vettä tai spritiä. (Nokian kondensaattorit Oy 1990, 23-24)

## 5 PEHMOKÄYNNISTIMET

Merikarvian sahalla käytetään ABB:n PS S 18/30...300/515-sarjan pehmokäynnistimiä. Kyseisiä laitteita huolletaan ptämällä jäähdytyskanavat puhtaana liasta ja tarkistamalla tuulettimen toiminta. (ABB Oy 2003, 12)

## 6 TAAJUUSMUUTTAJAT

Merikarvian sahalla on monia eri taajuusmuuttajia johtuen suuresta moottorien lukumäärästä. Taajuusmuuttajalla saadaan moottorin toimintoihin monipuolisuutta ja moottoria on helpompi säätää haluttuun toimintoon. Sahalla on pääosin ABB:n taajuusmuuttajia, joita käsitellään lähemmin tässä kunnossapitosuunnitelmassa. Näiden taajuusmuuttajien tyypit ovat ACS-400, ACS-550, ACS-600 ja ACS-800.

### 6.1 ABB ACS-400

ACS-400 taajuusmuuttaja on melko huoltovapaa. Pääasiallisina huoltotoimina voidaan pitää puhaltimien ja ohjaupaneelien vaihtoa sekä pitää taajuusmuuttaja puhtaana pölystä. Vikatapauksissa voidaan käyttää ACS-400:n käyttöohjeessa olevaa vianetsintä-taulukkoa, joka antaa vastauksen useimpiin vikatapauksiin.

### 6.2 ABB ACS-550

ACS-550 taajuusmuuttajalle on määritelty huoltotaulukko (ks. kuva 10), jossa lukee tehtävät huoltotoimenpiteet sekä huoltovälien pituus. Tämän em. huoltotaulukon lisäksi tulisi huolehtia taajuusmuuttajan jäähdytyksen toiminnasta. ACS-550-taajuusmuuttajassa on jäähdytyslementti, jonka rivat saattavat keräävät pölyä. Ripojen liallinen pölyyntyminen estää tehokkaan jäähdytyksen, jonka vuoksi laite saattaa ylikuumentua ja vioittua. Jäähdytyslementti tulisi puhdistaa vähintään kerran vuodessa, mutta pölyisemmissä paikoissa sen voisi puhdistaa esimerkiksi kaksi kertaa vuodessa. (ABB Oy 2009, 265.)

## ACS-550 taajuusmuuttajan huoltotaulukko:

Taulukko 7. ACS-550 taajuusmuuttajan huoltotaulukko. (ABB Oy 2009, 265.)

Huolto	Väli	Ohje
Jäähdytyslementin lämpötilan tarkistus ja puhdistus	Riippuu ympäristön pölyisyydestä (6 - 12 kuukauden välein)	Katso kohta <i>Jäähdytyslementti</i> sivulla 265.
Pääjäähdytyspuhaltimen vaihto	6 vuoden välein	Katso kohta <i>Pääpuhaltimen vaihto</i> sivulla 266.
Kotelon sisäisen jäähdytyspuhaltimen vaihto (IP54 / UL-tyypin 12 taajuusmuuttajat)	3 vuoden välein	Katso kohta <i>Kotelon sisäisen puhaltimen vaihto</i> sivulla 268.
Kondensaattorien elvytys	Vuosittain, jos taajuusmuuttajaa pidetään varastossa	Katso kohta <i>Elvyttäminen</i> sivulla 269.
Kondensaattorien vaihto (runkokoot R5 ja R6)	9 vuoden välein	Katso kohta <i>Käyttöikä</i> sivulla 269.
Assistant-ohjauspaneelin pariston vaihto	10 vuoden välein	Katso kohta <i>Paristo</i> sivulla 269.

## 6.3 ABB ACS-600

ABB on määritellyt ACS-600-taajuusmuuttajalle ennakkohuolto-ohjelman:

Taulukko 8. ACS-600 taajuusmuuttajan huoltovälitaulukko. (ABB Oy 2007 ACS600, 2.)

	Vuotta käyttöönotosta																					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Käyttöönotto	P																					
Jäähdytys																						
Ilmajäähdytteinen:																						
➤ Puhallin (MD ja SD; R8, R9; IP54)	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	
➤ Puhallin (SD R2-R7)	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	
➤ Puhallin (DSU, TSU; B1-B5)	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	
➤ DC-kuristimen puhallin (B4-B5)	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	
Vesijäähdytteinen:																						
➤ Puhaltimet	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	
➤ Jäähdytysinhibiittori	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	
➤ Lämmönvaihdin	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
➤ Jäähdytysvesipumppu	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	
➤ Jäähdytysvesipumpun putkiliitokset	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Ikääntyminen																						
➤ DC-välipiirin elektroyttikondensaattori									(R)			R						(R)				
➤ Elektroyttikondensaattorit (NGDR)						(R)		R		(R)								R				
➤ Diodi- ja tyristorisyöttöyksikön vastukset ja kondensaattorit (DSU, TSU RC)						I						I						I				
Liitokset ja ympäristöolosuhteet																						
➤ Lattakaapelit (NINT, NXPP)						(R)		R		(R)								R				
➤ Liitosten kireys			I			I		I		I		I		I		I		I		I		
➤ Oven ilmansuodatin	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
➤ Kontaktoreiden kunto			I			I		I		I		I		I		I		I		I		
➤ Valokaapeli (liitokset)			I			I		I		I		I		I		I		I		I		
➤ Pöly, korrosio ja lämpötila	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
➤ Syöttöjännitteen laatu	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Kehitystyö																						
➤ Muutosilmoitukset (Change notes)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Mittaukset																						
➤ Perusmittaukset	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	
Varaosat																						
➤ Varaosat	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
➤ DC- piirin kondensaattoreiden elvytys	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	

R = Osan vaihto

I = Tarkastus (visuaalinen tarkastus, ennakkohuolto, korjaus ja vaihto tarpeen vaatiessa)

P = Kenttähuoltotoimenpide (käyttöönotto, testaus, mittaus jne.)

(R) = Osan vaihto vaativissa käyttöolosuhteissa

Edellämainitun taulukon lisäksi ACS-600-taajuusmuuttajan jäähdytyslementti on puhdistettava pölystä vuosittain tai useammin. (ABB industry Oy 1999, luku 5-1.)

## 6.4 ABB ACS-800

ACS-600-taajuusmuuttajan tavoin ABB on tehnyt myös ACS-800-taajuusmuuttajalle huolto-ohjelman:

Taulukko 9. ACS-800 taajuusmuuttajan huoltovälitaulukko. (ABB Oy 2007 ACS800, 2.)

	Vuotta käyttöönotosta																					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Käyttöönotto	P																					
Jäähdytys																						
Ilmajäähdytteinen:																						
Sisäinen/lisäpuhallin ACS800-01/-11/-31,104, IP21 ja IP55		I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R
Puhallin (ACS800-01/-02/-04/-07/-11/-17/-31/-37/-104/DSU)		I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I
Puhallin (TSU)		I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R
Lisäkentän jäähdytyspuhallin (ACS800-02)		I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R
Kaapin sisäinen lisäpuhallin (ACS800-x7, ACS800 md)		I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I
Kaapin katolla oleva IP54 lisäpuhallin (ACS800-07, ACS800 md)		I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I
Nestejäähdytteinen:																						
Puhaltimet		I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I
Jäähdytysinhibiittorin lisäys		I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I
Lämmönvaihdin		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Jäähdytysvesipumppu		I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I
Jäähdytysvesipumpun putkiliitokset		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Ikääntyminen																						
DC-välipiirin elektrolyyttikondensaattori									R										R			
Muistin backup-pariston vaihtaminen APBU-xx -yksikköön		I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I
Liitokset ja ympäristöolosuhteet																						
AINT-kortit ja nauhakaapelit									R										R			
Liitosten kireys						I							I						I			
Muuttajamodulin pikaliitin (ACS800-x7/ ja ACS800 md)				I			I			I			I			I			I			I
Oven ilmansuodatin (IP20 ... 42)		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Oven ilmansuodatin (IP54 tai korkeampi)		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Kontaktoreiden kunto			I			I			I				I			I			I			I
Valokaapeli (liitokset)			I			I			I				I			I			I			I
Pöly, korrosio ja lämpötila		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Syöttöjännitteen laatu		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Kehitystyö																						
Muutosilmoitukset (Change notes)		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Mittaukset																						
Perusmittaukset		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Varaosat																						
Varaosat		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
DC-piirin kondensaattoreiden elvytys		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

R = Osan vaihto

I = Tarkastus (visuaalinen tarkastus, ennakkohuolto, korjaus ja vaihto tarpeen vaatiessa)

P = Kenttähuoltotoimenpide (käyttöönotto, testaus, mittaus jne.)

Kuten muidenkin ABB:n taajuusmuuttajien myös ACS-800:en jäähdytyslementti tulee pitää puhtaana pölystä. Taajuusmuuttajan jäähdytyslementti tulisi puhdistaa vähintään kerran vuodessa. (ABB Oy 2008, 78.)

## 7 UPS-AKUSTOT

UPS-akustoja käytetään turvaamaan tärkeiden laitteistojen sähkön saanti. Merikarvian sahalla UPS-akustoja käytetään esim. tietokoneiden sekä tärkeiden logiikoiden yhteydessä, jolloin lyhyt sähkökatko ei vaikuta em. laitteistojen sähkön saantiin. Sahalla käytettävät UPS:it kuuluvat sarjoihin GE NetPro 600-1500 VA tai GE NetPro 2000-4000 VA, GE Match 500-1500VA tai GE Match 2200-3000 VA, APC Smart-UPS SC 620, Powerware 5110 1000 i sekä Powerware PW 9130 i 1000T-XL.

### 7.1 GE NetPro 600–1500 VA- ja GE NetPro 2000–4000 VA-sarjat

NetPro 600-1500 ja NetPro 2000-4000 ovat käytännössä huoltovapaita. Tärkeimpinä huoltokohteina ovat tuuletusteiden ja -ritilöiden pitäminen avoinna ja akkujen vaihto 3-6 vuoden välein. Akkuja tulisi myös testata säännöllisesti UPS-laitteiston Quick batterytest-toiminnolla. Jos yksikkö antaa testin jälkeen ”replace battery”-ilmoituksen akut tulee vaihtaa. (GE Digital Energy 600 – 1500 VA n.d, 10; GE Digital Energy 2000-4000 n.d, 17.)

### 7.2 GE Match 500-1500 VA- ja GE Match 2200-3000 VA-sarjat

Match-sarjan UPS:ien huoltotoimiin kuuluu ilman sisäänmenon ja ulostulon puhtaana pitäminen sekä akkujen vaihto. Tämän lisäksi GE Match 500-1500 VA-sarjan laitteistoissa on sisäänmenosulake. Jos UPS:n sisäänmenosulake on viallinen on se vaihdettava uuteen samantyyppiseen sulakkeeseen. Sulakkeen voi korvata FERRAZ TISP 5x20-, LITTLEFUSE 215 5x20- tai WICKMANN 19181 5x20-tyypisellä sulakkeella. (GE Digital Energy 500-1500 VA, 7; GE Digital Energy 2200 – 3000 VA, 8.)

Match-sarjan akut kestävät jopa kuusi vuotta, jonka jälkeen ne tulisi viimeistään vaihtaa. Akkuja voi testata suorittamalla niille pikatestin painamalla I-näppäintä. Jos akut ovat huonossa kunnossa, syttyy ”replace battery”-merkkivalo, joka tarkoittaa

että akut tulisi vaihtaa uusiin. . (GE Digital Energy 500-1500 VA, 7; GE Digital Energy 2200 – 3000 VA, 8.)

GE Match-sarjan akustoissa on myös Auto-off-toiminto, joka kytkee UPS:n pois päältä, mikäli sen kuorma on alle 5 % maksimi-kuormituksesta verkon syöttö-häiriön aikana. Tämä toiminto voidaan kytkeä päälle laitteessa olevan RS323-portin kautta. Kyseinen toiminto säästää laitteiston akkuja estämällä niiden tahatonta purkautumista. (GE Digital Energy 500-1500 VA, 4 ja 7; GE Digital Energy 2200 – 3000 VA, 4 ja 8.)

### 7.3 APC Smart-UPS SC 620

APC Smart-UPS SC 620-akuston huoltotoimiin kuuluu akkujen vaihto. Akkujen vaihtoa suositellaan kolmen vuoden välein. Mikäli akkuja on varastoituna ne tulisi puolen vuoden välein ladata täyteen. (APC 2005, 7.) Edellämainittujen toimien lisäksi APC Smart-UPS SC 620 tulisi pitää puhtaana pölystä jotta se pysyisi kunnossa.

### 7.4 Eaton powerware 5510

Eaton powerware 5510 UPS-akuston huoltotoimiin kuuluu akkujen vaihto 3-5 vuoden välein. (Eaton 2011.)

## 8 SERVOT

Servoja käytetään kun jotain laitteen osaa täytyy liikuttaa hyvin tarkasti. Merikarvian sahalla niitä käytetään mm. vannesahan terien asetteen säätöön. Kyseistä asetetta säädetään sen mukaan kuinka paljon puusta halutaan sahata pois.



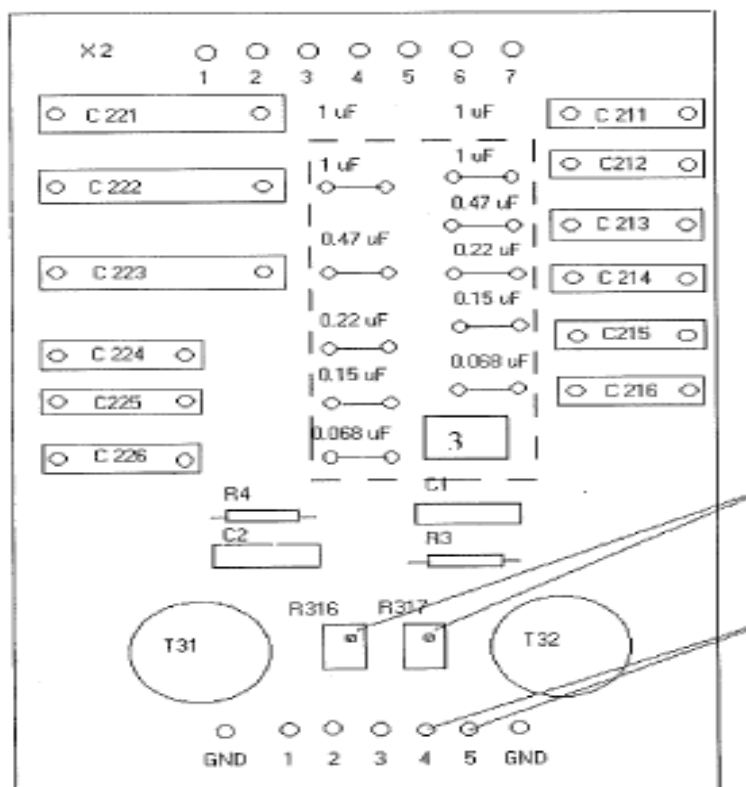
Sahalla käytetään ActiveIO:n Axis-C101-PB-servojärjestelmää sekä Sew Eurodrive Movidyn-servojärjestelmää. Laitteille ei ole määritelty erillisiä kunnossapito-ohjeita, sillä kyseisissä laitteissa ei ole montaa huollettavaa osaa. Mikäli jokin osa menee rikki se vaihdetaan yleensä uuteen. Yleisenä kunnossapitotoimena voidaan kuitenkin pitää laitteistojen ilmanvaihtokanavien sekä muiden osien puhtaanapitämistä.

## 9 METALLINILMAISIMET

Merikarvian sahalla käytetään Metaldet Oy:n MD500-metallinilmaisimia. Metallinilmaisimia käytetään suojelemaan sahauslaitteiden teriä, jotta ne eivät menisi rikki. Metallinilmaisimia on useammassa paikassa, jotta mikään metalli ei pääsisi vahingossa sahauslaitteistojen teriin.

Laitteen huoltoon kuuluu laitteen oskillaattorikortin F263i toiminna tarkastaminen. Mikäli kortissa näkyy irronneita komponentteja ne tulee uudelleen kiinnittää tai vaihtoehtoisesti vaihtaa koko kortti. Kortista voidaan tarkistaa vastaanotinkelojen jännite liittimistä 4 ja 5(runko). Kyseisen jännitteen tulisi olla alle 100 mV. (Metaldet Oy n.d, s.3 ja liite 439477 e.)

Lisäksi laitteen toiminna voi testata esimerkiksi laittamalla metallia ilmaisimen ilmaisu-alueelle. Mikäli hihna, jota ilmaisimella valvoo, pysähtyy tämän em. toimenpiteen seurauksena, laite toimii oikein.



Kuva 4. Oskillaattorikortti F263i. (Metaldet Oy n.d, liite 439477 e.)

## 10 MITTALAITTEET

Merikarvian sahalla on monenlaisia mittalaitteita. Mittalaitteet mittaavat puiden ja lautojen pituutta ja leveyttä, seuraavat leikkausjälkeä, tarkkailevat oksien määrää laudoissa, ottavat röntgenkuvia tukeista, laskevat niiden tilavuuksia ja halkaisijoita ja mittaavat tukkiautojen painoa. Suurinta osaa kyseisistä mittalaitteista huoltavat ulkopuoliset erikoistuneet huoltomiehet, jotka tulevat sovittuina aikoina huoltamaan laitteita. Ulkopuoliset huoltomiehet huoltavat yleensä laitteiden erikoisempia osia kuten kalibroinita, ohjelmahuoltoa tai erikoisosia. Tästä huolimatta mittalaitteita pitää huoltaa myös näiden em. huoltojen lisäksi.

## 10.1 Visiometric 3D

Visiometric 3D-mittalaitteella mitataan tukin tilavuutta, halkaisijaa ja pituutta ja piirretään siitä 3D-kuva. Kyseistä laitetta huoltaa ulkopuolinen yritys. Mittalaitteen huollossa huolletaan seuraavia asioita:

- puhdistetaan tarvittaessa laserit ja kameran suojalasit/linssit
- tarkistetaan ja säädetään laserit
- mitataan mittarin elektroniikotelon jännitteet
- tarkistetaan kameroiden resettilokit
- tarkistetaan mittarin halkaisijatarkkuus
- tarvittaessa iteroidaan kamerat ja kalibroidaan mittari
- tarkistetaan elektroniikkakaapin jännitteet
- tarkistetaan mittarin pituustarkkuus ja säädetään tarvittaessa
- tarkistetaan kovalevy tarkistuongelmalla
- tehdään varmistuskopiot ohjelmista, taulukoista ja asetuksista
- seurataan mittareiden toimintaa ajon aikana.

(Gullström sähköposti 13.6.2011.)

Sahan kunnossapidon tehtäviin kuuluu lähinnä laserien ja kameroiden puhdistaminen, johtojen ja yleisen kunnon tarkistaminen sekä elektroniikkakaappien puhdistaminen. Tukkilajittelun oma henkilökunta ajaa viikoittain metallisen lieriön mitta-alueelle, jolla tarkistetaan mitä arvoja kamerat antavat. Kaikki kolme kameraa tarkistetaan erikseen. Lisäksi he putsaavat kameroiden linssit pari kertaa päivässä.

## 10.2 Rema 9000-tukinkääntäjä

Rema 9000-tukinkääntäjä kääntää tukin oikeinpäin ennenkuin tukki menee sisään Visiometricille ja röntgenille. Tukinkääntäjälle tehtävät toimenpiteet ovat seuraavat:

- mittarin puhdistus
- jännitteiden tarkastus
- mittapalkkien kunnon tarkistus
- parametriasetuksien ja hälytyslistan tarkastus

- mittarin toiminna seuraaminen testiohjelmalla ajon aikana.

(Gullström sähköposti 13.6.2011.)

Ulkopuolinen yritys vastaa laitteen huollosta. Sahan henkilökunnan huoltotoimenpiteenä ovat mittarin puhdistus ja yleisen kunnan tarkastaminen.

### 10.3 Rema Xray-röntgenmittari

Rema Xray-röntgenmittari ottaa röntgenkuvan tukista, jotta voidaan tarkastaa onko esim. naula jäänyt tukin sisään tukin kasvaessa. Laitteelle tehtävät kunnossapitotoimet ovat seuraavat:

- röntgenputkien korkeajännitekaapeliin päät pitää avata ja rasvata puolen vuoden välein, jotta ne toimisivat kunnolla ilman läpilyöntejä
- visuaalinen tarkastus röntgenputkille ja detektoreille
- elektroniikkakaapin jännitteiden tarkistus
- varmuuskopioidaan kaikki asetukset ja taulukot
- kytketään varakovalyvyn aktiiviseksi, päivitetään ajankohtaisilla asetuksilla ja taulukoilla ja ajetaan testikuorma
- mittarin toiminnan seuraaminen ajon aikana.

(Gullström sähköposti 13.6.2011.)

Ulkopuolinen yritys vastaa laitteen huollosta. Kunnossapitohenkilökunnan tehtävät ovat taulukon 10 mukaiset:

Taulukko 10. Röntgenlaitteiston tarkistukset ja kunnossapitotoimet. (Xylon international n.d, kohdat 6-1 ja 6-2.)

Tarkistukset	Väli
Verkkokytkin, ohjaimet ja valot	Päivittäin
Turva- ja varoituslaitteet	Viikoittain
Jäähdytysjärjestelmän tiiviys	Viikoittain
Jäähdytysnesteen pinta jäähdyttäjässä	Viikoittain

Kunnossapitotoimet	Väli
Tarkista röntgenputken suurjännitekaapelin liitäntä	2 kuukautta
Generaattorin suurjänniteliihtäntä	6 kuukautta
Vesijäähdytysyksiköt: Puhdista sihti	6 kuukautta
Vesijäähdytysyksiköt: Uudista jäänesto	2 vuotta

## 10.4 Limab LMS6045-pituusmittari

LMS6045-pituusmittarilla mitataan lautojen pituutta. Merikarvian sahalla on kyseisiä mittareita kolmessa paikassa; Rimotuksessa, tasaamolla ja paketoinnissa. LMS6045-pituusmittarille tehtävät huoltotoimenpiteet ovat seuraavat:

- laserien kunnon tarkistus ja tarkastetaan että molemmat laserit muodostavat yhden viivan
- laserviiva suunnataan samansuuntaiseksi kuin kuljettimen kolarivi
- laserviivan korkeus suunnataan n. 5 mm ketjupintojen yläpuolella
- triggausvalokenno, joka käynnistää mittaussekvenssin ja on sijoitettu n. 1,5 m tasapäästä, säädetään niin että valokenno vapautuu silloin kun laserviiva osoittaa 15-20 mm ennen laudan takareunaa. On tärkeää ettei valokenno ole missään tapauksessa aktiivinen silloin kun kola tulee laserin eteen, koska tämä vääristäisi mittatuloksen
- mittarin toiminnan seuraaminen testiohjelmalla ajon aikana.

(Gullström sähköposti 13.6.2011.)

LMS6045-pituusmittarin huollosta vastaa ulkopuolinen yritys. Kunnossapidon huoltotoimiin kuuluu tarkastaa laserin kunto, sekä pitää puhtaana mittalaitteen suojalasi ja elektroniikka. Vikatapauksissa voidaan myös noudattaa edellisen kappaleen listauksen toimenpiteitä.

## 10.5 Seecon

Seecon-mittalaitteita on kaksi ja ne sijaitsevat heti vannesahan jälkeen sekä pyörösaha jälkeen. Mittalaitteen tehtävänä on seurata puun sahausjälkeä. Mikäli sahausjäljessä on esimerkiksi paljon mutkia, saattavat vannesahan tai pyörösahan terät olla huonossa kunnossa ja ne tulisi vaihtaa. Seecon-mittalaite siis tarkkailee puun sahausjälkeä ja näin ollen siitä tehtävän laudan laatua.

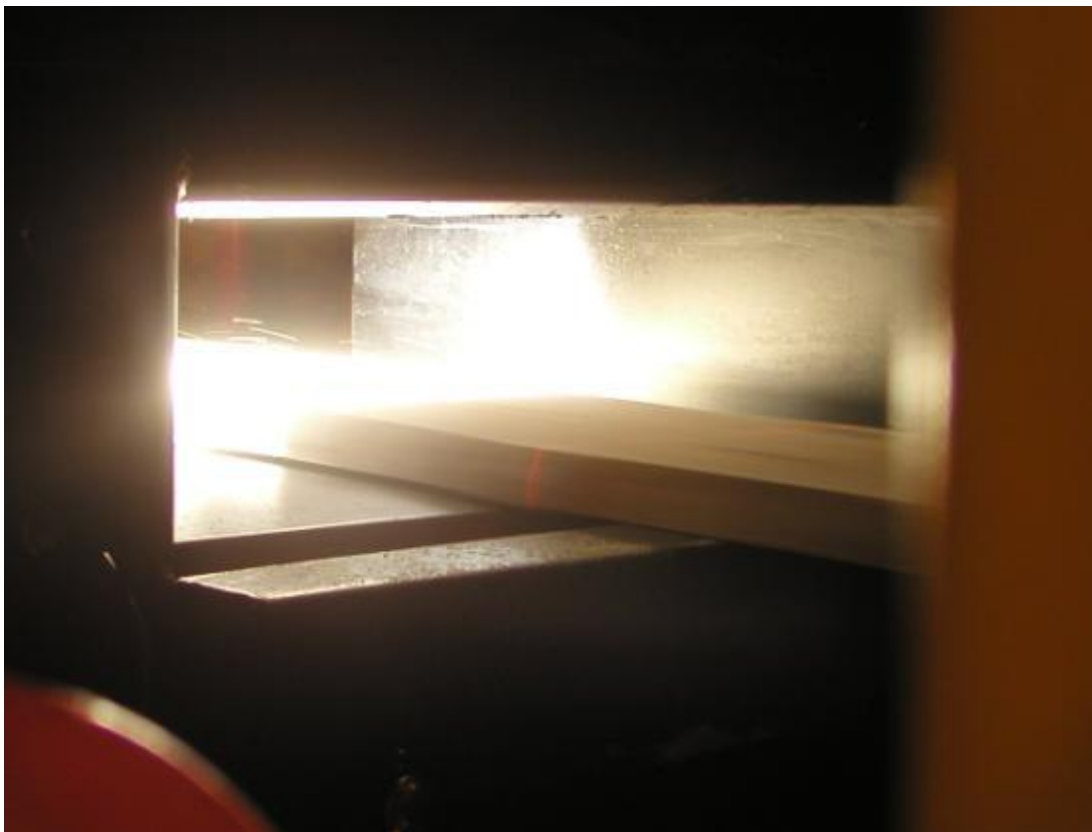
Seecon-mittalaitteen huolto jaetaan päivittäiseen ja kuukausittaiseen huoltoon. Päivittäiseen huoltoon kuuluu valaisinyksiköiden tarkastus ja puhdistus sekä kamerakaapin puhdistaminen. Valaisinyksiköitä huollettaessa tulee tarkistaa että kaikki kolme valaisinta ovat ehjiä ja että ne ovat suunnilleen yhtä kirkkaita. Mikäli mittalaite on varustettu valaisinyksiköiden suojalasin paineilmapuhalluksella, sen toiminta tulee tarkistaa. Valaisinyksiköiden suojalasi voidaan puhdistaa pyyhkimällä se ikkunanpesuaineeseen tai saippuaveteen kastetulla liinalla. Kamerakaapille ei päivittäin tehdä muita toimenpiteitä kuin puhdistetaan mittaosaukon suojalasi samalla tavalla kuin valaisinyksiköiden suojalasi. Mittaosaikon suojalasia puhdistettaessa tulee erityisesti varoa naarmuttamasta sitä. (INX-Systems Oy 2000, 64.)

Kuukausittaisessa huollossa tarkistetaan kameran suuntaus, mittaustarkkuus sekä kameralaatikon puhdistus ja tarkistus. Kameran suuntauksen ja mittaustarkkuuden tarkistuksen hoitaa INX-Systemsin huoltomiehet. Kameran suuntauksessa tarkistetaan kameran pyyhkäisy, ja mikäli siinä on vikaa, kamera suunnataan uudelleen. Mittaustarkkuus tarkastetaan paikallaan olevaa kappaletta kuvaamalla. Jos arvot eivät ole kohdallaan suoritetaan kameralle kalibrointi. Kameralaatikon peilit tulee puhdistaa ikkunanpesuaineella ja kaapin sisällä oleva pöly puhaltaa pois paineilmalla. Laatikon sisällä olevien osien kiinnitys tulee tarkistaa. Erityisesti tulee tarkistaa objektiivin kiinnitys, data- ja jännitekaapelin kiinnitys kamerassa, kameran kiinnitys kamerajalassa sekä peilien kiinnitys kehikossaan. (INX-Systems Oy 2000 64.)

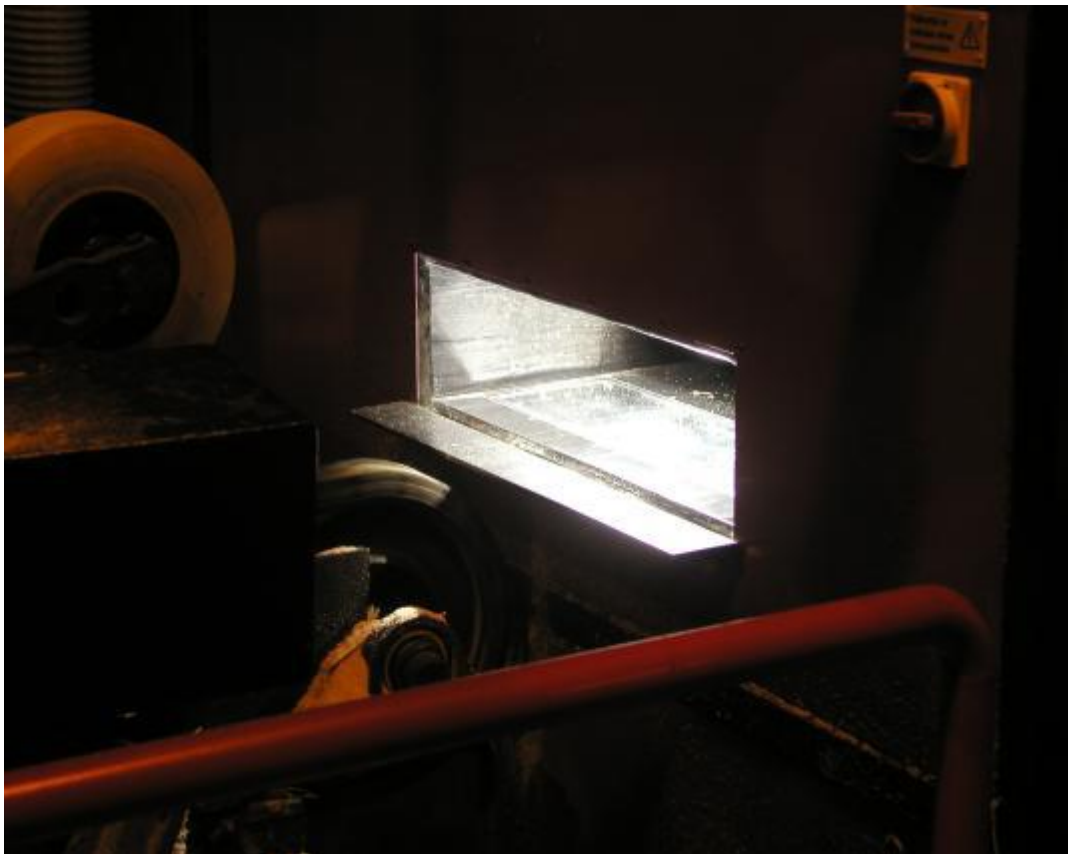
## 10.6 Optigrader

Optigrader-mittalaitteella tarkkaillaan oksakohtien määrää laudoissa. Oksien määrä vaikuttaa laudan laatuun, joten kyseessä on tärkeä mittalaite.

Laitetta huoltaessa tulee huolehtia mittaalueiden puhtaudesta. Katso kuvat 5 ja 6.



Kuva 5. Mittausalue edestä. (INX-Systems Oy 2004, kohta 14.1.)



Kuva 6. Mittausalue takaa. (INX-Systems Oy 2004, kohta 14.1.)

Mittalaitteen lasit tulee puhdistaa ulko- ja sisäpuolelta. Mittausalueen polttimet on tarkastettava ja ne kaikki tulisi vaihtaa kerran vuodessa. Samalla tulisi puhdistaa mittausalueen heijastinpinnat. (INX-Systems Oy 2004, kohta 14.1.)

Jotta lauta tulisi mittalaitteelle oikein, on tarkastettava mittalaitteelle johtavan kuljettimen keskitys sekä painopyörien toiminta. Laserien toiminta ja suuntaus tulee myös tarkistaa. (INX-Systems Oy 2004, kohta 14.1.)

Muita huoltotoimenpiteitä ovat paksuus- ja leveysmittauksen toiminna tarkistaminen, tiedonsiirron toiminta, virheilmoitukset sekä särmäyksen tulos. Lisäksi INX-Systemsin tulisi suorittaa vuosittainen huolto. (INX-Systems Oy 2004, kohta 14.1.)

## 10.7 Särmämittarit

Särmämittarit mittaavat laudan särmää ja ohjaavat särmäsahaa, joka leikkaa särmän halutunlaiseksi. Merikarvian sahalla on Heinolan sahakoneen toimittamat särmämittarit.

Ainoa huolto, mitä sahan kunnossapitohenkilökunta voi särmämittarille tehdä, on mittalaitteiden ja elektroniikkakappien puhtaana pitäminen. Mikäli mittareille täytyy tehdä jotain isompaa huoltoa, voidaan pyytää Heinolan sahakoneelta huoltomiehiä paikalle.

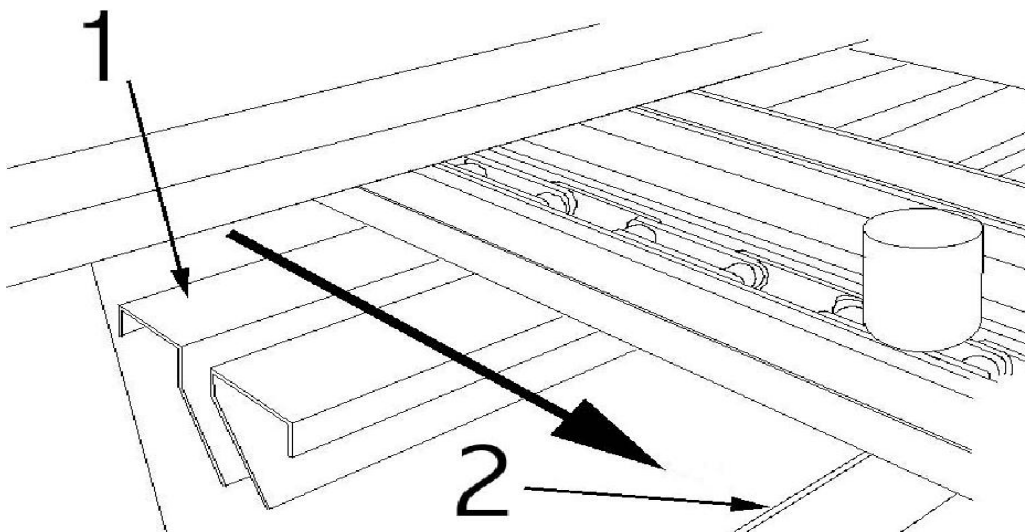
## 10.8 Finnscan BoardMaster-GS4NT

Finnscan-mittalaite laaduttaa laudat automaattisesti kameroiden avulla. Finnscan-mittalaitteen huollot jakaantuvat päivittäiseen-, viikoittaiseen- sekä kuukausittaiseen huoltoon.

Päivittäinen huolto koostuu pääosin laitteiston puhtaanapidosta. Seuraavassa on merkitty toimenpiteet numeroilla, jotka viittaavat osan sijaintiin kuvassa vastaavalla numerolla.

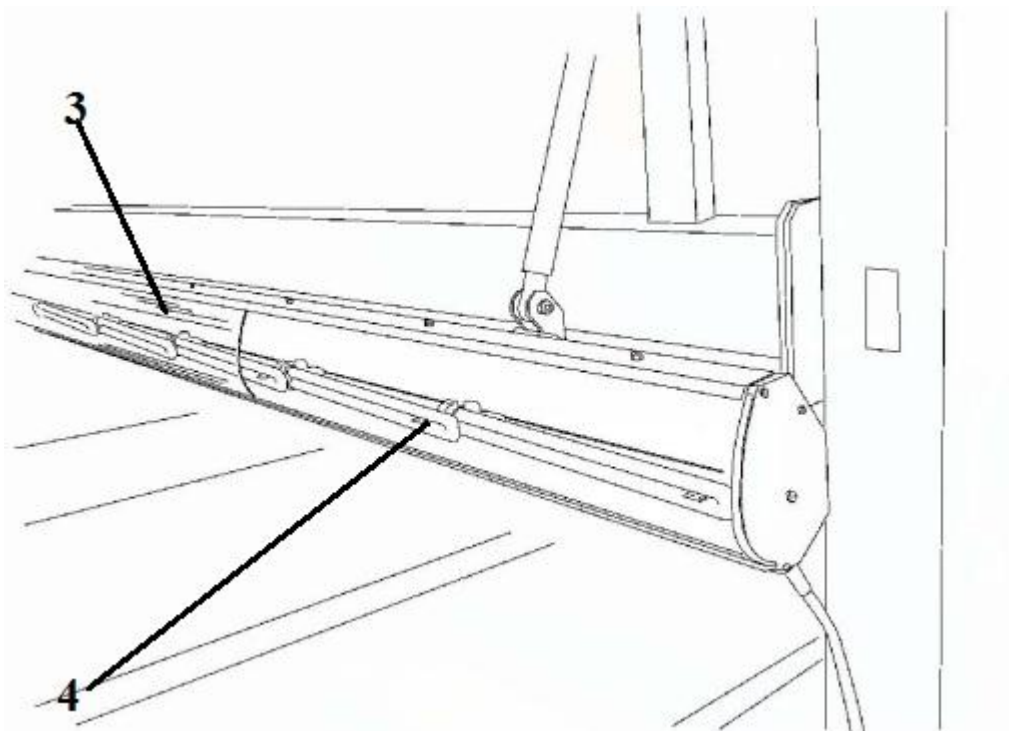


1. Puhdista yläkameroiden taustalevyt
2. Puhdista sivukameroiden taustalevyt



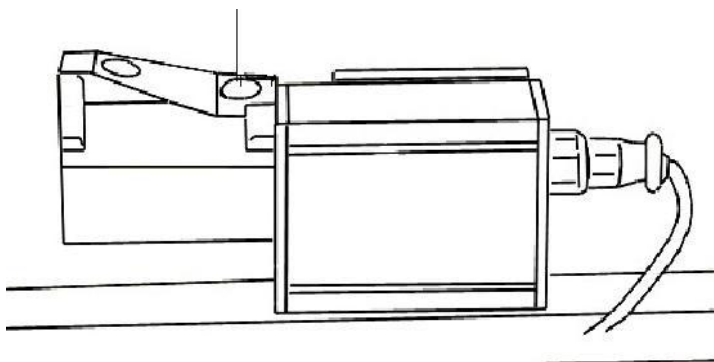
Kuva 7. Kameroiden taustalevyt. (Finscan Oy n.d, kohta 13.1.)

3. Puhdista lamppujen suojaplexi
4. Tarkista toimivatko kaikki valot



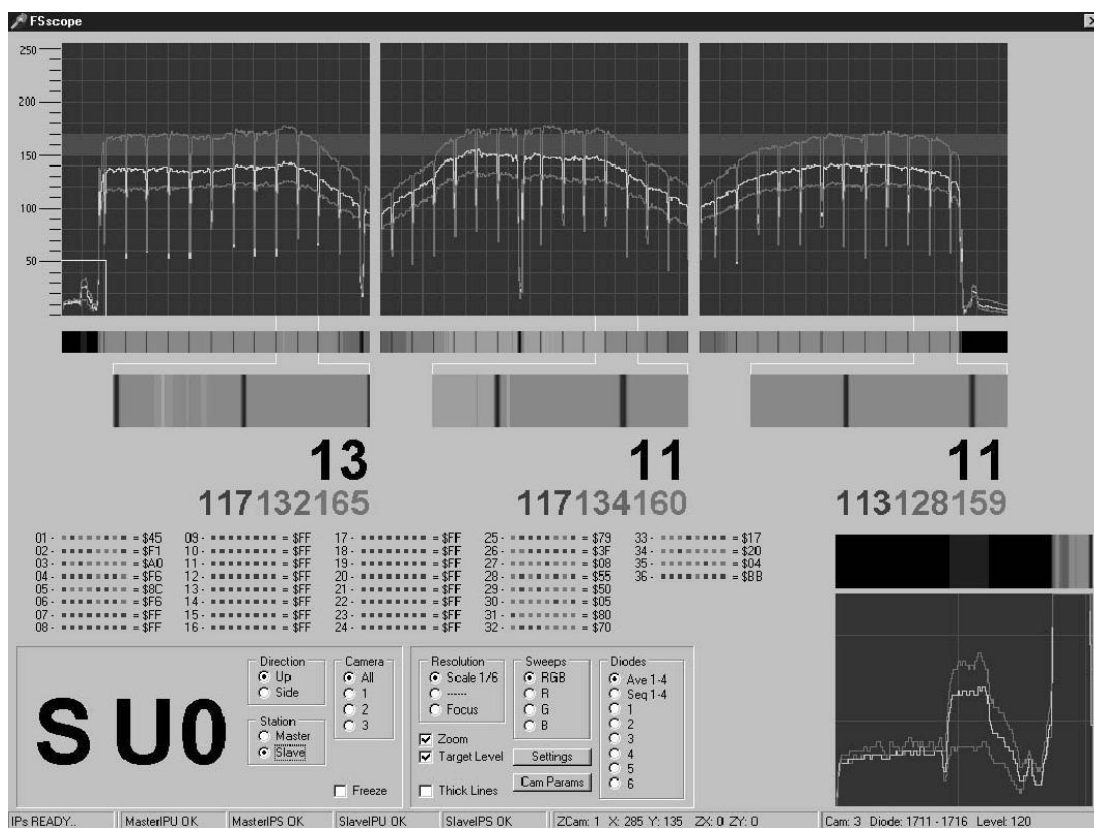
Kuva 8. Valoramppi. (Finscan Oy n.d, kohta 13.1.)

5. Puhdista etäisyysmittarit
6. Tarkista Boardmasterin lajittelusäännöt ja aktiiviset dimensiot



Kuva 9. Etäisyysmittari. (Finscan Oy n.d, kohta 13.1.)

Viikoittaisessa huollossa tarkistetaan kameroiden linssien puhtaus sekä kameroiden valotaso (kts. kuva 10) ja fokus. Myös paksuimittarin toiminta tulisi tarkistaa katsomalla näyttääkö mittalaite paksuuden oikein (kts. kuva 11). (Finscan Oy n.d, kohta 13.2.)



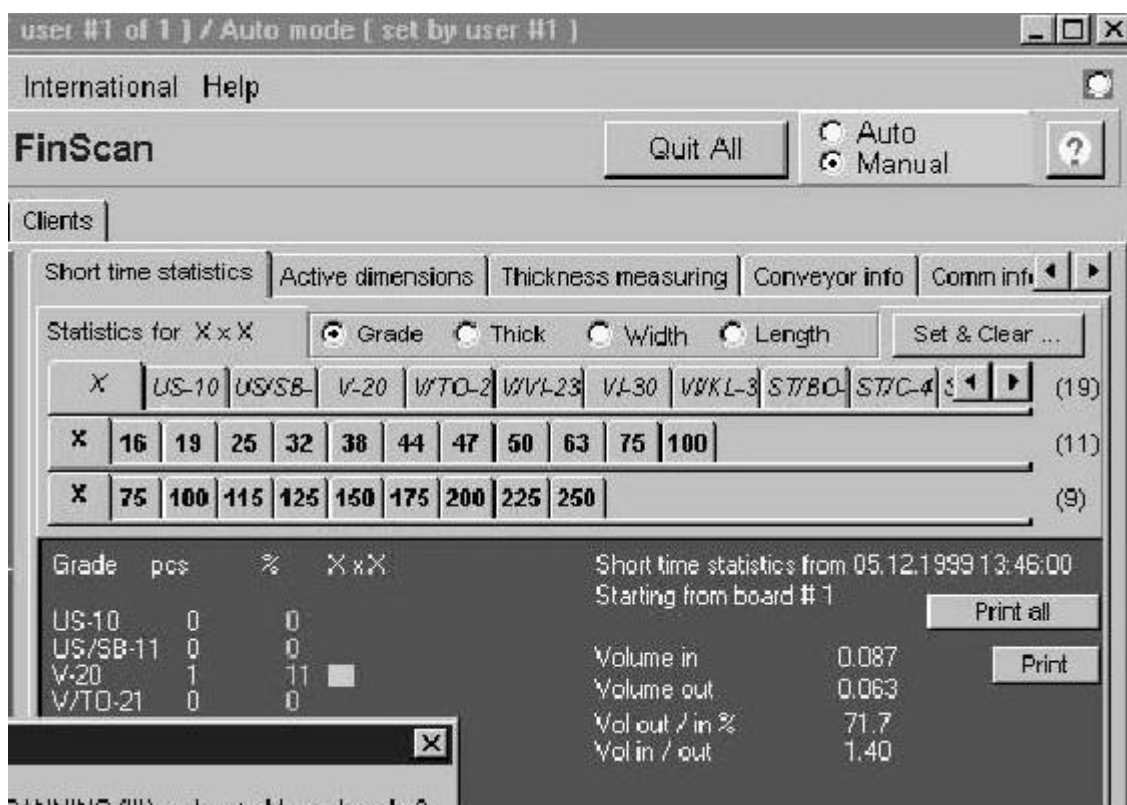
Kuva 10. Valotason käyrien tarkastus. (Finscan Oy n.d, kohta 13.2.)



Kuva 11. Paksuusmittarin lukemanäyttö. (Finscan Oy n.d, kohta 13.2.)

Mittalaitteen läpi tulisi ajaa viikoittain testilauta, jonka mitat ja vajaasärmien ja oksien paikat tiedetään. Mittalaite mittaa laudasta kyseiset arvot, jonka jälkeen niitä verrataan testilaudan todellisiin arvoihin. (Finscan Oy n.d, kohta 13.2.)

Kuukausittainen huoltoon kuuluu hihnakuljettimen toiminnan tarkastus, hihnojen kireyden tarkistus, pulssianturin kiinnitysten tarkistus, tietokonekaapin jäähdyttimen toiminnan tarkistus sekä Boardmaster-ohjelman tärkeimmät parametrit (ks. kuva 12 seuraavalla sivulla).



Kuva 12. Boardmaster-ohjelman tärkeimmät parametrit. (Finscan Oy n.d, kohta 13.3)

## 10.9 Tamtron system Oy Scalex 6000-autovaaka

Scalex 6000-autovaa'alla mitataan tukkirekkojen paino niiden saapuessa tuomaan puukuormaa ja vastaavasti niiden lähtiessä kuorman tyhjennettyään. Näin saadaan puukuorman todellinen paino selville.

Scalex 6000-autovaa'alle tehdään huolto kolmen vuoden välein. Kyseinen huolto on ulkoistettu ulkopuoliselle yritykselle. Sahan kunnossapitohenkilökunnan huollon piiriin kuulukin lähinnä vaa'an puhtaana pitäminen. Puhtaanapidon voi toteuttaa esimerkiksi pesemällä vaa'an liasta syksyisin, jotta lika ei jäätyisi talvella vaakaan kiinni. Jäätynyt lika aiheuttaa helposti mittauvirheitä. Myös liiallinen lumi olisi hyvä poistaa talvisin vaa'asta. (Sjöblum henkilökohtainen tiedonanto 30.6.2011)

## 11 LÄMPÖLAITOKSEN MITTALAITTEET

Lämpölaitoksella on paljon erilaisia mittalaitteita ja antureita. Näitä ovat Hiilimonoksidi-hälytin SX-203, Rosemount World Class 3000-happianalysaattori, Ouman EH-203 lämmönsäätöjärjestelmä, Rosemount 1151 smart-painemittari, Rosemount 8700 series-virtausmittari sekä Kamstrup ULTRAFLOW type 65-S/65-R-virtausanturi.

Kyseisten laitteiden huoltaminen sisältää paljon erilaisia kalibrointeja sekä erilaisten koekaasujen käyttöä. Tästä johtuen laitteiden huoltaminen on annettu ulkopuolisille mittalaitteiden huoltoihin erikoistuneille yrityksille.

## 12 VAISALA MITTALAITTEET

Merikarvian sahalla käytetään puunkuivauksen yhteydessä Vaisala HMP 230-kosteus- ja lämpötilamittareita sekä vaisala HMP 240-kastepisteen lämpötilamittareita. Kuten kaikkia mittareita, myös näitä kyseisiä mittareita tulee kalibroida säännöllisesti. Merikarvian sahalla ei ole välineistöä mittareiden kalibrointiin, joten mittarit lähetetään Vaisalalle säännöllisesti, tai tarpeen vaatiessa, kalibroitavaksi. Mittareille on kuitenkin määritelty muunlaisia huoltotoimenpiteitä joita kunnossapitohenkilökunta voi tehdä.

### 12.1 HMP 230-kosteus- ja lämpötilamittari

HMP 230-mittalaitteen huoltotoimiin kuuluu mittaustulosten vertaaminen referenssiarvoihin, itsediagnostiikan ajo, HUMICAP sensorin ja suodattimen vaihto sekä lähtösignaalien mittaust.

Mittaustuloksien vertaaminen referenssiarvoihin antaa kohtalaisen hyvän kuvan laitteiston kunnosta. Referenssinä voidaan käyttää esimerkiksi samassa tilassa olevaa vastaavaa laitteistoa, jonka tiedetään olevan ehjä. Tutkittavan laitteiston arvoja verrataan referenssilaitteiston arvoihin ja katsotaan sen perusteella onko tutkittavassa laitteistossa vikaa. Mittaustuloksissa on yleensä aina hieman eroa ja tämän vuoksi

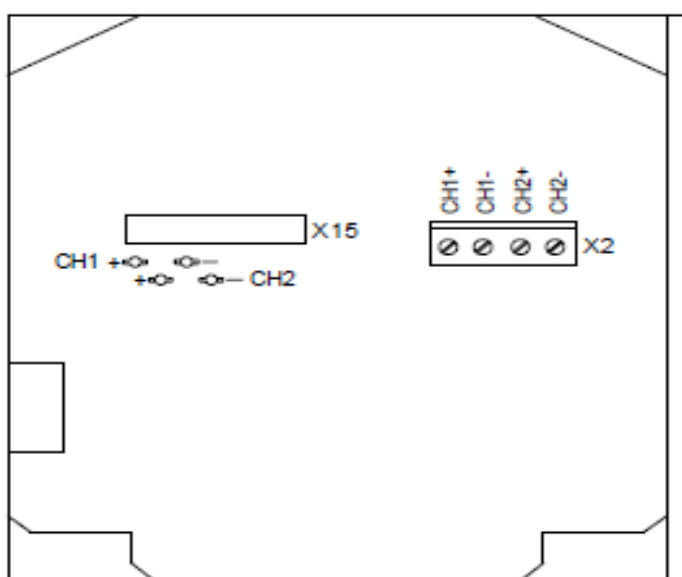
tarkistetaankin jääkö ero mittarin virhemarginaalin sisään. Virhemarginaalit löytyvät HMP 230-mittarin käyttöoppaasta. (Vaisala HMP230 2002, 66.)

Mittalaite ajaa itsediagnosointi-ohjelman aina kun siihen kytketään virta. Mikäli diagnostiikka-ohjelma ei anna mitään virheilmoitusta, mittalaite käynnistyy normaalisti. Jos laitteisto ohjelman ajon aikana ilmoittaa viasta tulee ensin tarkistaa, onko kosteus- tai lämpötila-anturi vahingoittunut. Jos ne ovat vahingoittuneet ne tulee vaihtaa uusiin. Mikäli anturit ovat kunnossa ja ohjelma ilmoittaa silti viasta, on mittalaite lähetettävä Vaisalalle huoltoon. (Vaisala HMP230 2002, 66.)

HMP 230-mittalaitteen anturit ja suodatin voidaan vaihtaa. Mikäli anturissa on vikaa, se voidaan pestä tislatulla vedellä ja jos tämä ei toimi, anturi tulee vaihtaa. Anturia vaihdettaessa tulee ottaa huomioon, että sitä käsiteltäessä saa koskea vain anturissa olevaan muovipistoke-osaan. Anturi tulee aina vaihdon jälkeen kalibroida uudelleen.

Mittalaitteen suodatin tulee vaihtaa mikäli se on likainen. Suodatinta ei ole tarkoitettu puhdistettavaksi joten se tulee aina vaihtaa uuteen. (Vaisala HMP230 2002, 67.)

Lähtösignaalien mittaamista varten on HMP 230-mittalaitteeseen lisätty mittaupisteet CH1+/CH1- sekä CH2+/CH2-, jotka löytyvät mittalaitteen kannen alta:



Kuva 13. HMP 230-mittalaitteen lähtösignaalien mittauspisteet kannen alla. (Vaisala HMP 230 2002, 69.)

Mittalaitteessa on kaksi vaihtoehtoista lähtösignaalin referenssiarvoa. Nämä arvot ovat 0..20 mA, 0...1 V, 0...10 V tai 4...20 mA, 0...5 V. (Vaisala HMP230 2002, 73.)

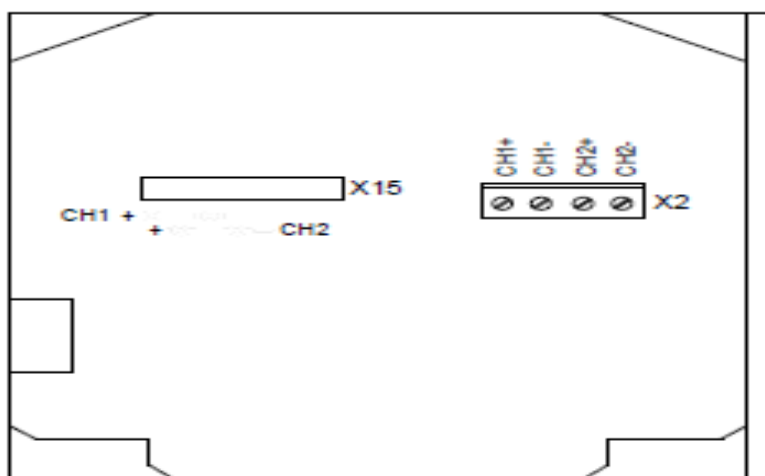
## 12.2 HMP 240-kastepisteen lämpötilamittari

HMP-240-mittalaitteen huoltotimenpiteisiin kuuluu referenssimittausten tekeminen, itse-diagnostiikan ajo, ulostulosignaalien mittaaminen sekä anturien ja suodattimen vaihtaminen.

Referenssi-mittaukset, itsediagnostiikan ajo sekä suodattimen vaihto toteutetaan samalla tavalla kuin HMP-230-mittalaitteessa, joka on kuvattu kappaleessa 8.1. (Vaisala HMP240 2002, 56-57.)

HMP-230-mittalaitteen anturit, HUMICAP H-sensor ja Pt100, ovat liimattu yhteen. Tämän vuoksi molemmat anturit tulee vaihtaa samalla kerralla, vaikka vain toinen antureista olisi rikki. Mikäli anturit ovat likaisia ne voidaan pudistaa tislatulla vedellä. Aina kun anturit vaihdetaan uuteen ne tulee kalibroida uudelleen. (Vaisala HMP240 2002, 57.)

Ulostulo-signaalien mittaaminen tapahtuu muuten samalla tavalla kuin HMP-230-mittalaitteessa, mutta HMP-240 laitteen kannenalainen kuva on hieman erilainen:



Kuva 14. HMP 240-mittalaitteen lähtösignaalien mittauspisteet kannen alla. (Vaisala HMP240 2002, 61.)

Lähtösignaalien referenssiarvot ovat myös samat kuin HMP-230-mittalaitteella. (Vaisala HMP240 2002, 65.)

### 13 IP 9000-LEIMAIN

IP 9000-leimain leimaa lautoihin ja lankkuihin laatumerkinnän. Leimain ei juurikaan tarvitse varsinaista päivittäistä huoltoa. Kuitenkin huoltotoimenpiteinä voidaan pitää mustepullojen vaihtoa musteen loputtua, sekä suuttimien puhdistamista.

Suuttimia puhdistettaessa tulee ottaa huomioon, että puhdistukseen käytettävä liina ei saa olla nukkaantuvaa materiaalia. Suuttimia pyyhittäessä tulee varoa ettei likaa tunkeudu suuttimiin. Liinasta irronnut nukka tai muu suuttimiin mahdollisesti tunkeutuva lika estää laitetta toimimasta kunnolla. (ATD Inkjet systems n.d, 13.)

### 14 LOGIIKAT

Merikarvian sahalla on hyvin paljon erilaisia logiikoita. Logiikoita ei voi juurikaan huoltaa muuten kuin vaihtamalla niiden patterit. Patterien vaihdon lisäksi yleisinä kunnossapito-ohjeina voidaan pitää logiikoiden puhtaana pitämistä. Mikäli pölyä joutuu logiikkakorttien elektroniikkaan sekaan, voi pöly aiheuttaa oikosulun.

### 15 TURVAVALAISTUS

Turvavalaistusta käytetään varmistamaan valonsaanti varsinaisen valaistuksen pettäessä. Tällainen tilanne voi sattua on esimerkiksi sähkökatkon yhteydessä. Turvavalaistuksella pyritään takaamaan turvallinen poistuminen tehdasrakennuksista. Merikarvian sahalla käytetään kahta erilaista turvavalaistusjärjestelmää, Teknoware turvavalokeskusta sekä käsivalaisimilla toteutettua turvavalaistusta.



## 15.1 Turvavalaistuksen lainsäädäntö

Poistumireittien valaistusta koskeva säädäntö löytyy sisäministeriön asetuksesta 805/2005 rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta, sekä pelastuslaista 379/2011.

Rakennuksen omistajan ja haltijan sekä toiminnanharjoittajan osaltaan tulee huolehtia että uloskäytävät valaistaan asianmukaisesti. (Pelastuslaki 379/2011, 10§)

Turvavalaistuksen toimintakunnosta vastaavat rakennuksen omistaja, haltija ja toiminnanharjoittaja osaltaan sekä huoneiston haltija hallinnassaan olevien tilojen osalta. (Pelastuslaki 379/2011, 12§)

Poistumisvalaistuksen toiminta on varmistettava säännöllisellä kunnossapidolla ja sitä varten on laadittava kunnossapito-ohjelma. Kunnossapito-ohjelmassa tulee olla selostettuna tarvittavat huoltotoimenpiteet ja se tulee näyttää alueen pelastusviranomaiselle pyydettyäessä. (Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta 805/2005, 9§)

Poistumisvalaistuksen on käynnistytävä kun tavallinen valaistus joutuu epäkuntoon. Valaistuksen on myös toimittava poistumiseen vaadittavan ajan. Poistumisvalaistuksella on oltava normaalin valaistuksen sähkönsyötöstä riippumaton sähkönsyöttö, jonka tulee toimia vähintään yhden tunnin ajan. (Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta 805/2005, 5§)

## 15.2 Teknoware TKT65-turvavalokeskus

Sahalla on kaksi Teknowaren turvavalokeskusta. Turvavalokeskuksen huoltotoimiin kuuluu turvavalokeskuksen toiminnan päivittäinen tarkastus, turvavalaistuksen toiminta akkukäytöllä kuukausittain (Turvavalokeskus asennus- ja huolto-ohje

TKT65XXB, 2009, 8) sekä neljä kertaa vuodessa tulee testata valaistuksen toiminta akkukäytöllä (Metsäliiton puuteollisuus 2010, 6) vähintään tunnin ajan.

Mikäli valaistus ei kestä tunnin käyttöä akkukäytöllä, turvavalokeskuksen akut tulee vaihtaa uusiin.



Kuva 15. TKT65-turvavalokeskus. (Teknoware Oy 2009, 1)

### 15.3 Käsivalaisimet

Käsivalaisimilla toteutettu turvavalistus tulee testata akkukäytöllä neljä kertaa vuodessa (Metsäliiton puuteollisuus 2010, 6). Akkukäytön tulee kestää tunnin ajan valon sammumatta. Valon sammussa ennen määritettyä toiminta-aikaa, tulee valaisin tai sen akut vaihtaa.

Valaisimet tulee huoltaa kerran vuodessa (Metsäliiton puuteollisuus 2010, 6). Yleisinä käsivalaisimien huoltotoimenpiteinä voidaan pitää valaisimen kunnon tarkistamista, polttimon tarkistamista sekä linssin puhdistamista.

## 16 PALOILMOITINJÄRJESTELMÄ

Merikarvian sahalla käytetään Autronican BS-100 dyfi-automaattista paloilmoinjärjestelmää. Järjestelmä ilmoittaa suoraan paloasemalle ja hätäkeskukseen mikäli jokin siihen liitetyistä hälyttimistä huomaa palon. Automaattisen paloilmoinjärjestelmän ansiosta palokunta saapuu paikalle mahdollisimman nopeasti. Palokunnan nopea saapuminen on hyvin tärkeää, koska kyseessä on saha, jossa on hyvin paljon herkästi syttyvää ja palavaa materiaalia.

### 16.1 Paloilmoinjärjestelmän kunnossapitoa koskeva lainsäädäntö

Paloilmoinjärjestelmän haltija vastaa siitä, että järjestelmällä on olemassa sille laadittu kunnossapito-ohjelma ja että huolto ja korjaustoiminta on järjestetty sen mukaisesti. Haltijan tulee tehdä laitteiston liittämistä koskeva sopimus paikallisen hätäkeskuksen kanssa. (Sisäasiainministeriön Pelastusosasto 1999, 5)

Paloilmoinlaitteistolle tulee nimetä hoitaja, jonka nimeää laitteiston haltija. Laitteiston haltijan tulee huolehtia siitä, että hoitaja saa tehtävän hoidon kannalta tarpeellisen koulutuksen ja välineistön. Hoitaja vastaa kunnossapito-ohjelman läpiviennistä. (Sisäasiainministeriön Pelastusosasto 1999, 5)

Huoltajan tulee tehdä tehdystä työstä raportti laitteiston haltijalle, jossa on huoltajan allekirjoitus. (Sisäasiainministeriön Pelastusosasto 1999, 5)

### 16.2 Paloilmoinjärjestelmän tarkastuksia koskeva lainsäädäntö

Paloilmoinjärjestelmän haltija vastaa siitä, että laitteistolle tehdään varmennustarkastus ja määräaikaistarkastus. Haltija vastaa myös kaikista tarkastuksiin liittyvistä kustannuksista. (Sisäasiainministeriön Pelastusosasto 1999, 5)

Tarkastuksesta tulee laatia pöytäkirja, josta annetaan kappaleet laitteiston haltijalle sekä pelastusviranomaiselle ja varmennustarkastuksesta lisäksi toteutuksesta vastaavalle. (Sisäasiainministeriön Pelastusosasto 1999, 6)

Määräaikaistarkastukset tulee tehdä tarkastusluokkien mukaan. Tarkastusluokka A:lla tarkoitetaan henkilöturvallisuuden kannalta tärkeitä kohteita sekä kohteita joihin liittyy suuri paloriski ja ne tulee tarkastaa kerran kolmessa vuodessa. Tarkastusluokalla B tarkoitetaan muita kohteita ja ne tulee tarkastaa kerran viidessä vuodessa. (Sisäasiainministeriön Pelastusosasto 1999, 7)

Tarkastukset saa tehdä Turvatekniikan keskus tai Turvatekniikan keskuksen hyväksymä tarkastuslaitos. (Sisäasiainministeriön Pelastusosasto 1999, 6)

### 16.3 Autronica BS-100 dyfi- paloilmoitinjärjestelmä

YIT Safetytec on määrittänyt paloilmoitinjärjestelmälle kunnossapito-ohjelman. Paloilmoitinjärjestelmän kunnossapito-ohjelman mukaan sahan kunnossapito-osaston tehtäviin kuuluu kuukausittainen paloilmottimen kokeilu, savuilmaisinhuolto tarpeen mukaan, akkujen vaihto vähintään 5 vuoden välein, laitteiston yleiskunnon tarkastaminen kuukausittain sekä järjestelmän toiminnan tarkistaminen kerran vuodessa. (YIT Safetytec Oy. n.d, Excel-tiedosto)

Em. toimien lisäksi paloilmoitinjärjestelmää huoltavat myös ulkopuoliset yritykset. Ulkopuolisten yritysten tehtäviin kuuluu analogia-arvojen tarkistus kerran vuodessa, vuosihuolto kerran vuodessa sekä määräaikaistarkastukset 3 vuoden välein. (YIT Safetytec Oy n.d, Excel-tiedosto)

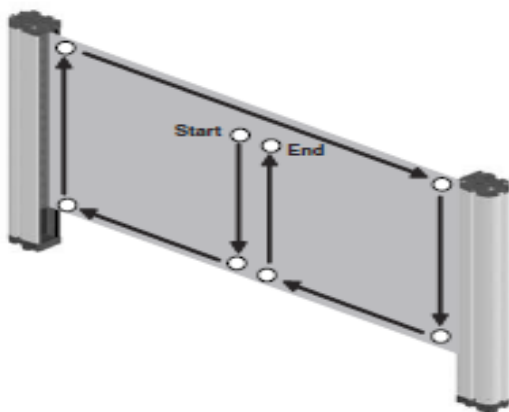
## 17 F35-TGR-CL2-4- VALOVERHO

Merikarvian sahalla on F35-TGR-CL2-4- valoverhot rimoituksessa sekä paketoinnissa. Valoverhon tehtävänä on estää koneen käyttäjiä loukkaamasta itseään

koneen liikkussa. Valoverho pysäyttää koneen mikäli ihminen tai esine joutuu sen anturien vaikutuspiiriin.

Valoverhon kunnossapitotoimiin kuuluu päivittäin tehtäviä toimenpiteitä sekä vähintään kuuden kuukauden välein tehtäviä toimenpiteitä.

Valoverhon anturien toimintaalueella tulee päivittäin kuljettaa testikappaletta kuvan 16 mukaisesti:



Kuva 16. Valoverhon testaaminen testikappaleella. (Omron n.d, 45.)

Testikappaletta kuljetettaessa tulee tarkistaa, että automaattisella uudelleenkäynnistys- asetuksella, F35-TGR-CL-systeemin lähdön pysyvät poissa päältä koko testin ajan. Mikäli valoverhoa testataan manuaalinen uudelleenkäynnistys- asetuksella, tulee tarkistaa että vastaanottimen ” beam blocked”-ledi ei ole päällä testin aikana. Kyseinen testi tulee tehdä päivittäin. (Omron n.d, 46.)

Päivittäin tulee myös testata että aktivoimalla test/restart-tulon, laitteiston tila muuttuu ”Machine run”- tilasta ”Machine stop”- tilaan. (Omron n.d, 46.)

Kuuden kuukauden välein tehtäviin huoltotoimenpiteisiin kuuluu tarkistaa, että kaikki kulkureitit suojattavalle koneelle, joita valoverho ei suojaa, ovat suojattuna muilla keinoilla. Tarkista myös että koneen käyttäjä ei pääse valoverhon ja suojattavan koneen väliin. Näiden lisäksi tulee vielä tarkistaa valoverholaitteiston ja

suojattavan koneen väliset yhteydet. Tarkista erityisesti että stop-signaalin lähettäminen F35-TGR-CL-laitteistosta aiheuttaa välittömästi koneen pysähtymisen. (Omron n.d, 46.)

Lähettimen ja vastaanottimen linssit on pidettävä puhtaana liasta. Linssit voidaan pyyhkiä nukkaantumattomalla liinalla ja käyttämällä ikkunanpesuainetta. (Omron n.d, 46.)

## 18 SÄHKÖTILAT

Sähkötilat tulee tarkastaa määrävälein esim. kerran vuodessa. Tarkastuksessa tarkastetaan keskuksen yleiskunto eli esim. puhtaus, lukitukset ja valaistus, varusteet eli esim. arvokilvet, maadoitukset, mittaukset, vaihtotarvikkeet, mittarit sekä dokumentit. Keskuksen lähdöistä tarkistetaan siisteys, dokumentoinnin oikeellisuus, maadoitus, kilpien merkinnät, lämpöreleiden asetteluarvot, mahdollisten kaappien tuulettimien toiminta, kaapelimerkinnät sekä ohjausreleiden ja kontaktorien kunto. (Lehtio 2004, 50-51)

Eräs hyvä keino pitää keskus kunnossa on keskuksen kuvaaminen lämpökameralla. Lämpökameran kuvasta pystytään selvittämään esim. kuumentuneet liitokset ja komponentit, jotka ennakoivat mahdollista tulevaa vikaa. Tämän ansiosta mahdollinen tuleva vika voidaan korjata ennen kuin se aiheuttaa tuotannon seisahtumisen. (Lehtio 2004, 51)

## 19 VALAISTUS

Valaistuksen kunnossapito on yhtä tärkeää kuin muidenkin laitteistojen kunnossapito. Valaistushuolto on yleensä visuaalista, eli jos nähdään että valaisin on rikki, tai jos valovoimakkuus on selvästi laskenut, valaisimet vaihdetaan. Paras vaihtoehto valaistuksen kunnossapitoon on tehdä ryhmävaihtoja esimerkiksi

valaistuksen kuolleisuuden perusteella. Valaistuksen kuolleisuudella tarkoitetaan sitä, että kun tietty prosenttimäärä valaistuksesta on sammunut tehdään valaistuksen ryhmävaihto. Ryhmävaihdolla tarkoitetaan tietyn alueen kaikkien valaisimien tai niiden lamppujen vaihtoa.

Valaistushuollossa suurimmat kustannukset tulevat tehdystä työstä, joten ryhmävaihdot ovat edullisempia kuin yksittäisten valaisimien vaihto. Merikarvian sahalla prosessitilojen valaistukseen on vaikea päästä käsiksi, joten senkin vuoksi ryhmävaihto on kaikkein edullisin. Merikarvian sahan valaistus koostuu suurimmaksi osaksi loisteputki-valaisimista. Valaistus tulisi vaihtaa mikäli valovoima selvästi laskee tai useita eri lamppuja on palanut loppuun riippuen tilan valaisimien määrästä. Valovoima voidaan määrittää visuaalisesti tai siihen tarkoitettulla valovoimamittarilla. (Lehtio 2004, 68.)

Tiloissa, joissa työskennellään jatkuvasti, valovoimakkuuden tulisi olla vähintään 200 lx. (ST 58.02 2002, 1.)

Valaistushuollon vaihtoväliä voidaan pidentää ja kustannuksia laskea käyttämällä tavallisten lamppujen sijasta ns. Longlife-lamppuja. Longlife-lampuilla tarkoitetaan lamppuja, jotka palavat pitempään kuin tavalliset lamput. Esimerkkinä voidaan mainita Aura 58 W 840-LL- loisteputki, jonka eliniäksi luvataan 36 000 h – 45 000 h (Sähkönumerot www-sivu 2011). Teholtaan vastaavan longlife-lamppu Aura ultimate Long Life LL 58W- lampun polttoiäksi luvataan 50 000 h – 80 000h (Elektroskandian www-sivut 2011).

## 20 YHTEENVETO

Merikarvian sahalla oli paljon erilaisia sähkölaitteita joihin lähes kaikkiin löytyi jonkinlainen kunnossapito-ohje. Työssäni keskityttiin lähinnä tärkeimpiin laitteisiin joiden kunnossapidosta on jonkinlaista hyötyä. En lähtenyt erittelemään jokaista esim. ohjauspulpetin kytkintä erikseen, koska laitteita oli niin paljon.

Suurimmalle osalle laitteistoista löytyi kunnollinen kunnossapito-ohje, mutta toisten laitteiden huolto-ohjeena oli vain että ne on pidettävä puhtaana. Puhtaanapito on hyvä kunnossapitokeino, sillä sähkölaitteet voivat helposti joutua oikosulkuun liian vuoksi. Kunnossapitosuunnitelmastani tuli kaikin puolin kattava suunnitelma ja sen perusteella löytää helposti kunnossapito-ohjeet halutulle laitteistolle.



## LÄHTEET

ABB industry Oy. 1999. Laiteopas ACS/ACC/ACP 601-taajuusmuuttajat 2,2 – 110 KW. Versio 3AFY 61215760 R0405 REV B.

ABB Oy. 2003. Pehmokäynnistimet S 18/30...300/515, asennus- ja huoltomanuaali. Versio 1SFC 388002-fi. Painos 4.

ABB Oy. 2007. ACS600 AC-käytöt Ennakkohuolto-osasarjat. SP20 FI REVE 2007.

ABB Oy. 2007. ACS800-teollisuuskäytöt Ennakkohuolto-osasarjat. SP31 FI REVE 2007.

ABB Oy. 2008. Laiteopas ACS800-01-taajuusmuuttajat (0,55...200 kW). 3AFE64526502 Rev J FI.

ABB Oy. 1-2009. Pienjännitemoottoreiden asennus, käyttö- ja kunnossapito-ohje [verkkodokumentti]. Viitattu 1.7.2011. <http://www.abb.com/>.

ABB Oy. 7.7.2009. Käyttäjän opas ACS550-01-taajuusmuuttajat (0,75...160 kW). Versionumero: 3AFE64783670 Rev G.

ABB Oy. n.d. Power LV capacitor CLMD Installation, Operation & Maintenance Instructions [verkkodokumentti]. Viitattu 24.8.2011. <http://www.abb.com/>

ABB Oy. Mika Salonen. Re: Kysymys muuntajista Merikarvian sahalla. [sähköpostiviesti]. Lähetetty 13.5.2011 klo 13:49. [Viitattu 27.06.2011]

ABB Strömberg kojeet. n.d, Jonovarokeytkin OEPS asennus- ja käyttöohje. julkaisu no: 344 OEPS 1 B

APC.2005. APC smart UPS user manual. 990-1587A.

ATD Inkjet systems. n.d. IP9000 User manual. V 8.0.0.

Eaton. 2011. Powerware 5510 UPS technical specs [verkkodokumentti]. Viitattu 8.8.2011. <http://powerquality.eaton.com/>.

Elektroskandian www-sivut. Loistelamput [pdf-tiedosto]. Viitattu 29.8.2011. [www.elektroskandia.fi](http://www.elektroskandia.fi).

Finscan Oy. n.d. BoardMaster GS4NT-manuaali.

GE Digital Energy. n.d. Match Uninterruptible Power Supply 500-1500 VA. Ver 4.1 – FI.

GE Digital Energy. n.d. Match Uninterruptible Power Supply  
2200 – 3000 VA. Ver 2.0 – FI.

GE Digital Energy. n.d. NetPro Uninterruptible Power Supply  
600 – 1500 VA. Ver 4.0 – GB.

GE Digital Energy. n.d. NetPro Uninterruptible Power Supply  
2000 - 4000 VA. Ver 4.0 – FI.

Gullström, D. RE: Kysymys mittalaitteista Merikarvian sahalla. [sähköpostiviesti].  
Lähetetty 13.6.2011 13:22.

INX-Systems Oy. 2000. SEECON Tekninen käsikirja.

INX-Systems Oy. 2004. Optigrader huoltokäsikirja. Versio 1.1.

Kauppa ja teollisuusministeriö. 1996. Päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja  
käytöstä. 1996/517.

Lehtio, A. 2004. Luentomateriaali. EE00281 Prosessisähköistyksen käynnissäpito.  
Viitattu 27.6.2011. <https://moodle19.samk.fi/moodle19>.

Metaldet Oy. n.d. Metallinilmaisoin MD500 asennus-, käyttö- ja huolto-ohje.

Metsäliitto Group. 2011. Merikarvian sahan esittely diat.

Metsäliiton puuteollisuus. 2010. Vaatimusrekisteri. N:o 1 600/2010.

Nokian kondensaattorit Oy. 1990. Kaappimallinen automaattinen  
kondensaattoriparisto.

Omron. n.d. Safety light curtain type 2-4, installation and operation manual. F05E-  
EN-02.

Pelastuslaki. 2011. 379/2011. Viitattu 25.8.2011. [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi)

PSK 7704. 2000. Kunnonvalvonnan sähköiset menetelmät. Pyörivät epätahtikoneet.  
Eristysvastusmittaus. PSK Standardisointiyhdistys ry. Helsinki.

SEW Eurodrive. 2011. Operating instructions [verkkodokumentti]. Edition 3/2011.  
17055628 / EN. Viitattu 3.7.2011. <http://www.sew-eurodrive.fi/>.

Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja  
valaisemisesta. 2005. 805/2005. Viitattu 25.8.2011. [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi).

Sisäasiainministeriön Pelastusosasto. 1999. Paloilmoittimien hankinta, asennus,  
käyttöönotto, huolto, ja tarkastus [verkkodokumentti]. Viitattu 29.8.2011.  
[www.finlex.fi](http://www.finlex.fi).

Sjöblom, I. 2011. Henkilökunta, Kilohuolto. Eurajoki. Puhelinhaastattelu 30.6.2011.  
Haastattelijana Vesa Laine. Muistiinpanot Vesa Laineen hallussa.

ST 58.02. Valaistusohjeistus standardin EN 12464 mukaisesti. 2002. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo.

Suomen sähkötarvike Oy. 26.08.1981. NAL-kuormanerotimen huolto-ohjeet.

Sähkönumerot www-sivu. Loistelamppu - Aura 58W/830 [pdf-tiedosto]. Viitattu 29.8.2011. [www.sahkonumerot.fi](http://www.sahkonumerot.fi).

Sähköturvallisuuslaki. 1996. 14.6.1996/410

Teknoware Oy. 2009. Turvavalokeskus asennus- ja huolto-ohje TKT65XXB. Versio VOT6506S.

Vaisala. 2002. HMP230 Series Transmitters USER'S GUIDE. M210225en-B.

Vaisala. 2002. HMP240 Series Transmitters USER'S GUIDE. M210300en-A.

VEM motors GmbH. Asennus-, käyttö- ja huolto-ohje Oikosulku- ja liukurengasroottorilla varustetut vaihtovirtaepätahtimoottorit, normaalimalli [verkkodokumentti]. 8.4.2001. id.-Nr 68 238. Viitattu 3.7.2011. <http://www.vem.fi/>.

Xylon international. n.d. Käyttöohjekirja vakiopotentiaaliset röntgenlaitteistot MG103-MG452.

YIT Safetytec Oy. n.d. Paloilmoitinjärjestelmän kunnossapito-ohjelma [excel-tiedosto].

LIITE 1

Runko- koko	Voiteluaineen määrä g/laakeri	kW	3600 r/min	3000 r/min	kW	1800 r/min	1500 r/min	kW	1000 r/min	kW	500-900 r/min
Kuulalaakerit											
Voiteluväli käyttötunteina											
112	10	kaikki	10000	13000	kaikki	18000	21000	kaikki	25000	kaikki	28000
132	15	kaikki	9000	11000	kaikki	17000	19000	kaikki	23000	kaikki	26500
160	25	≤ 18,5	9000	12000	≤ 15	18000	21500	≤ 11	24000	kaikki	24000
160	25	> 18,5	7500	10000	> 15	15000	18000	> 11	22500	kaikki	24000
180	30	≤ 22	7000	9000	≤ 22	15500	18500	≤ 15	24000	kaikki	24000
180	30	> 22	6000	8500	> 22	14000	17000	> 15	21000	kaikki	24000
200	40	≤ 37	5500	8000	≤ 30	14500	17500	≤ 22	23000	kaikki	24000
200	40	> 37	3000	5500	> 30	10000	12000	> 22	16000	kaikki	20000
225	50	≤ 45	4000	6500	≤ 45	13000	16500	≤ 30	22000	kaikki	24000
225	50	> 45	1500	2500	> 45	5000	6000	> 30	8000	kaikki	10000
250	60	≤ 55	2500	4000	≤ 55	9000	11500	≤ 37	15000	kaikki	18000
250	60	> 55	1000	1500	> 55	3500	4500	> 37	6000	kaikki	7000
280 <sup>9)</sup>	60	kaikki	2000	3500	-	-	-	-	-	-	-
280 <sup>9)</sup>	60	-	-	-	kaikki	8000	10500	kaikki	14000	kaikki	17000
280	35	kaikki	1900	3200	-	-	-	-	-	-	-
280	40	-	-	-	kaikki	7800	9600	kaikki	13900	kaikki	15000
315	35	kaikki	1900	3200	-	-	-	-	-	-	-
315	55	-	-	-	kaikki	5900	7600	kaikki	11800	kaikki	12900
355	35	kaikki	1900	3200	-	-	-	-	-	-	-
355	70	-	-	-	kaikki	4000	5600	kaikki	9600	kaikki	10700
400	40	kaikki	1500	2700	-	-	-	-	-	-	-
400	85	-	-	-	kaikki	3200	4700	kaikki	8600	kaikki	9700
450	40	kaikki	1500	2700	-	-	-	-	-	-	-
450	95	-	-	-	kaikki	2500	3900	kaikki	7700	kaikki	8700

Kuulalaakerien voiteluvälit.

LIITE 2

Rullalaakerit:												
Voiteluväli käyttötunteina												
160	25	≤ 18,5	4500	6000	≤ 15	9000	10500	≤ 11	12000	kaikki	12000	
160	25	> 18,5	3500	5000	> 15	7500	9000	> 11	11000	kaikki	12000	
180	30	≤ 22	3500	4500	≤ 22	7500	9000	≤ 15	12000	kaikki	12000	
180	30	> 22	3000	4000	> 22	7000	8500	> 15	10500	kaikki	12000	
200	40	≤ 37	2750	4000	≤ 30	7000	8500	≤ 22	11500	kaikki	12000	
200	40	> 37	1500	2500	> 30	5000	6000	> 22	8000	kaikki	10000	
225	50	≤ 45	2000	3000	≤ 45	6500	8000	≤ 30	11000	kaikki	12000	
225	50	> 45	750	1250	> 45	2500	3000	> 30	4000	kaikki	5000	
250	60	≤ 55	1000	2000	≤ 55	4500	5500	≤ 37	7500	kaikki	9000	
250	60	> 55	500	750	> 55	1500	2000	> 37	3000	kaikki	3500	
280 <sup>1)</sup>	60	kaikki	1000	1750	-	-	-	-	-	-	-	
280 <sup>1)</sup>	70	-	-	-	kaikki	4000	5250	kaikki	7000	kaikki	8500	
280	35	kaikki	900	1600	-	-	-	-	-	-	-	
280	40	-	-	-	kaikki	4000	5300	kaikki	7000	kaikki	8500	
315	35	kaikki	900	1600	-	-	-	-	-	-	-	
315	55	-	-	-	kaikki	2900	3800	kaikki	5900	kaikki	6500	
355	35	kaikki	900	1600	-	-	-	-	-	-	-	
355	70	-	-	-	kaikki	2000	2800	kaikki	4800	kaikki	5400	
400	40	kaikki	-	1300	-	-	-	-	-	-	-	
400	85	-	-	-	kaikki	1600	2400	kaikki	4300	kaikki	4800	
450	40	kaikki	-	1300	-	-	-	-	-	-	-	
450	95	-	-	-	kaikki	1300	2000	kaikki	3800	kaikki	4400	

Rullalaakerien voiteluvälit